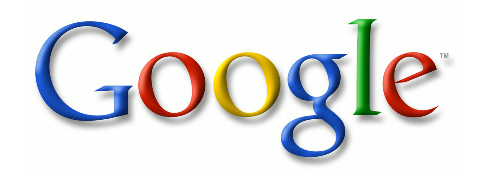



LANE MEDICAL LIBRARY STANFORD
2 45 0062 2679



Charles KOENIG
Docteur en Médecine
de la Faculté du « Cooper medical College »
de San-Francisco
et de la Faculté de Paris





Etude expérimentale des Canaux semi-circulaires



PARIS
Henri JOUVE
15, Rue Racine, 15

1897

To Professor Barkan,
Compliments of his pupil
C. J. Kœnig.
Paris June 22, 1897

A mon président de thèse

Monsieur le professeur G. Pouchet

Chevalier de la Légion d'honneur

A Monsieur le professeur Y. Delage

A Monsieur le Docteur
Gilles de la Tourette

« S'il n'existait pas d'animaux, la nature de l'homme serait encore plus incompréhensible »

BUFFON.

CONTRIBUTION A L'ÉTUDE EXPÉRIMENTALE

DES

CANAUX SEMI-CIRCULAIRES

INTRODUCTION

En 1892, à l'instigation d'un de mes maîtres de San-Francisco, M. le professeur J. O. Hirschfelder, j'entrepris, pour ma thèse inaugurale, l'étude de la maladie de Ménière. En parcourant la littérature médicale si abondante sur ce sujet et surtout la description des nombreuses expériences faites sur les organes dans lesquels le célèbre médecin français avait placé le siège de la lésion de la maladie qui porte son nom, je m'intéressai vivement à la partie expérimentale de ce sujet et aux nombreuses théories faites pour expliquer le fonctionnement des canaux semi-circulaires. Je résolus alors de faire quelques expériences sur ces organes chez les pigeons. Les moyens employés par Flourens et après lui pour produire les symptômes que cet illustre physiolo-

giste observa le premier furent des irritants chimiques, des irritants mécaniques et électriques, et enfin l'ablation totale d'un ou de tous les canaux ; mais jamais, à ma connaissance, on n'avait songé à l'anesthésie. Je pensais qu'il serait intéressant de voir quels symptômes se manifesteraient après l'abolition simple de la fonction des canaux, et je crus pouvoir produire cette abolition avec le chlorhydrate de cocaïne.

Ce moyen me paraissait préférable à l'ablation des canaux, procédé qui, à la vérité, devait abolir leur fonction, mais qui ne mettait à l'abri ni des lésions produites par traction sur le nerf vestibulaire et ses centres bulbaires, ni des réflexes qu'une déchirure des terminaisons de ce nerf pouvait amener à sa suite. Il était, à mon avis, nécessaire d'éliminer ces causes d'erreur, d'abord pour répondre aux objections qu'elles avaient fait naître, ensuite pour établir le bien ou le mal fondé d'une théorie qui avait attribué les mouvements convulsifs observés après la section des canaux à une action réflexe.

Si la cocaïne produit les mêmes symptômes que ceux que l'on obtient en irritant les canaux, je me crois autorisé à dire qu'elle les produit par anesthésie. Puisque mes expériences m'ont donné des résultats positifs, si la cocaïne n'a pas agi comme anesthésique, elle a donc agi comme irritant ! Mais une telle proposition semble à la fois absurde et paradoxale, car je ne sache pas que la cocaïne localement appliquée ait jamais produit un effet irritant sur une terminaison nerveuse.

Mais je tiens ici à répondre aux objections qui m'ont été faites pendant le cours de mon travail. Comment,

m'a-t-on dit, pouvez-vous affirmer que votre chlorhydrate de cocaïne agit sur les canaux semi-circulaires comme anesthésique? Ce sel est légèrement acide, et cette légère acidité peut, à défaut d'anesthésie, produire de l'irritation qui vous donnera les symptômes de Flourens?

Il est possible encore que les canaux semi-circulaires soient un organe de sens spécial, et la cocaïne agit-elle sur un tel sens? Ou, si les canaux ne sont pas un organe de sens spécial, ils doivent agir par une sorte de sensibilité générale, tactile peut-être, et vous n'ignorez pas que la cocaïne est analgésique plutôt qu'anesthésique, c'est-à-dire empêchant la transmission des impressions douloureuses, mais n'ayant aucun effet sur le sens tactile? La cocaïne ayant, de plus, un effet constringent sur les vaisseaux, vos canaux semi-circulaires se contracteront sous son influence, d'où augmentation de la tension générale du liquide endolymphatique et par suite symptômes de Flourens! Et le cervelet! êtes-vous sûr que votre cocaïne n'arrive pas à son contact et ne produise ainsi des symptômes de vertige?

A la première objection je réponds par mes expériences nos 11, 12 et 13 auxquelles je renvoie le lecteur. De plus je tiens à faire remarquer que la cocaïne me donne des symptômes d'une violence égale à celle que produisent les plus fortes irritations.

A la seconde objection je réponds en renvoyant le lecteur au travail de M. Dastre (1) dont la compétence est connue.

1. *Dastre, Revue des sciences médicales*, 15 oct. 1892, p. 20.

Pour cet auteur, en cocaïnisant à fond la langue, on a l'abolition de sa sensibilité dans l'ordre suivant :

1° de la douleur
2° du goût de l'amer
3° du goût du sucré
4° du goût du salé
5° du goût de l'acide
6° des perceptions tactiles.

Seule la sensibilité thermique persiste.

Sur moi-même j'ai pu vérifier la justesse des idées de M. Dastre.

Quant à l'odorat, je puis m'appuyer sur l'autorité de M. J. Baratoux qui, en sa qualité de rhinologiste, fait un grand usage de la cocaïne dans les affections du nez. Il affirme qu'on obtient avec la cocaïne l'anesthésie des sensations olfactives. Mais, il faut se rappeler qu'à cause des conditions anatomiques locales, il est fort difficile de cocaïniser tous les filaments du nerf olfactif; nécessairement un certain nombre de ces filaments échappent à l'action de la cocaïne, et comme cette dernière est un vaso-constricteur énergique, les fosses nasales se dilatent sous son influence, l'air y pénètre par conséquent avec plus de facilité véhiculant les particules odoriférantes au contact des filaments non cocaïnisés. Ces circonstances font que souvent le sens de l'odorat n'est pas aboli ; il semble même quelquefois légèrement aiguisé.

Pour la vue et l'ouïe la cocaïnisation directe de la rétine et des organes de Corti n'a pas encore été faite; mais M. Dastre (1) dit : « Dans l'empoisonnement cocaïnique

1. Dastre, *Les anesthésiques*, 1890.

l'animal ne sent plus les contacts ni les impressions du monde extérieur ; son tégument est comme une enveloppe inerte qui établit une barrière entre lui et les objets qui l'entourent : *il ne voit plus, il n'entend plus, ne goûte, n'odore plus*. . . . .
et cependant les troncs nerveux sensitifs présentent une hyperexcitabilité notable. »

Je n'ai d'ailleurs besoin que du fait incontesté de l'anesthésie du goût pour déduire que la cocaïne agit sur les sens spéciaux.

Je réponds donc en même temps à la troisième objection qui est insoutenable : *la cocaïne agit sur le sens tactile.*

La quatrième objection (augmentation de la tension endolymphatique) ne résiste pas au fait que j'obtiens les symptômes caractéristiques de chaque canal. De plus mon expérience n° 24 apporte un autre point à l'appui.

Quant au cervelet, si la cocaïne arrive à son contact, ce ne peut être que tardivement, tandis que mes symptômes sont presque immédiats. D'ailleurs j'ai cocaïnisé la corticalité du cervelet, et je n'ai eu aucun résultat (Voir expérience n° 14).

De plus, il est un fait connu que les mouvements de la tête et du corps provoqués par les troubles fonctionnels des canaux semi-circulaires sont si caractéristiques qu'ils ne peuvent être confondus avec ceux qui résultent des troubles du cervelet.

M. le Dr Gilles de la Tourette à qui je fis part de mes idées et de mes expériences, m'aida de ses lumières avec sa bienveillance habituelle et m'engagea à faire de ce su-

jet ma thèse devant cette faculté. Son appui m'a fortement encouragé et je tiens ici à lui offrir l'hommage de ma reconnaissance.

Dans la première partie de ce travail j'exposerai l'anatomie des canaux semi-circulaires. Dans la seconde l'historique de la question sera développé. Dans la troisième je décrirai mes expériences personnelles. La quatrième contiendra la discussion, la cinquième les conclusions.

J'espère que les raisons données plus haut paraîtront suffisantes à mes juges pour justifier ma modeste incursion dans ce domaine expérimental et me vaudront toute leur indulgence.

Mais avant de clore cette préface je tiens à exprimer à mes maîtres de San-Francisco, à ceux qui ont dirigé mes premiers pas dans l'étude de la médecine, mes profonds sentiments de gratitude.

A ma seconde « alma mater », à la Faculté de Médecine de Paris, je dois une gratitude non moins profonde. J'ai puisé dans son sein le lait nourricier de la science qu'elle pourrait réserver aux enfants seuls de la France, mais qu'elle veut aussi généreusement offrir à ceux de l'étranger. Ses vastes hôpitaux et les savantes leçons qui s'y donnent m'ont toujours attiré.

C'est ainsi que j'ai pu étendre mes connaissances sur les maladies internes dans le service de M. le Professeur Potain à la Charité dont le chef de clinique, M. Teissier, aussi bienveillant que savant, m'apprit à apprécier les idées si claires et si justes de son maître sur les maladies du cœur et des poumons. M. Cazin fit de même pour la chirurgie dans le service à l'Hôtel-Dieu de son maître

M. le Professeur Duplay. De même M. Bouffe de Saint-Blaise pour l'accouchement dans le service de M. le Professeur Pinard, à Baudelocque.

M. le D[r] Latteux m'a initié à ses excellentes méthodes de technique histologique et bactériologique. Je lui adresse mes témoignages d'amitié.

A M. A. Julien l'hommage d'un ancien élève d'anatomie.

A M. le Professeur Panas revient une large part de ma reconnaissance pour la manière affable avec laquelle il m'accueillit à sa clinique ophtalmologique de l'Hôtel-Dieu. Les leçons de ses chefs de clinique et de laboratoire, MM. Rochon-Duvigneaud et A. Terson m'ont été d'un grand secours pour comprendre et apprécier les savantes leçons et les ingénieuses opérations de leur maître.

Qu'il me soit permis également d'exprimer ici mes sincères et respectueux hommages à un de mes premiers maîtres en ophtalmologie, M. le professeur H. Knapp de New-York. Je garderai un éternel souvenir des heureux jours passés dans sa clinique du « *New-York Ophtalmological and Aural Institute.* »

Que M. le D[r] J. Baratoux veuille bien recevoir mes remerciements pour les nombreux conseils qu'il a bien voulu me donner au sujet de cette thèse et pour la place qu'il m'offrit si gracieusement dans sa clinique où j'ai pu m'exercer dans le diagnostic et le traitement des maladies du nez, des oreilles, de la gorge et du larynx.

Mes trois camarades, MM. les D[rs] Ed. Gros, Ed. W. Twitchell et Geo. Converse ont acquis des droits impérissables à mon affection. C'est grâce à leur bienveillante

assistance que mes expériences ont pu être faites, tandis que l'encouragement que je recevais de l'intérêt qu'ils prenaient en mon travail, m'a aidé à le mener à bonne fin.

Je garderai un précieux souvenir des nombreuses personnes en France qui m'ont témoigné leur sympathie.

En terminant il m'est un devoir bien doux d'exprimer ma profonde gratitude à M. le professeur Y. Delage qui a bien voulu me donner quelques conseils. Quant à M. le professeur Ch. Richet, je n'aurai toujours qu'à me louer chaleureusement du gracieux accueil qu'il me fit dans son laboratoire où sous ses yeux et aidé de sa vaste expérience j'ai pu travailler avec fruit.

A M. le professeur G. Pouchet, mes vifs remerciements pour m'avoir fait l'honneur d'accepter la présidence de ma thèse.

I. — ANATOMIE.

Les canaux semi-circulaires existent chez tous les Vertébrés à l'exception de l'amphioxus qui forme l'échelon le plus inférieur de cet embranchement. Ce n'est que chez les poissons inférieurs que l'on observe une dégradation de cet appareil : il n'y a plus que deux canaux chez les lamproies et un seul chez les myxines.

Les Invertébrés sont complètement dépourvus de canaux semi-circulaires, mais ces derniers sont remplacés par d'autres organes à fonctions similaires, tels que les organes marginaux des Cœlentérés, les organes centraux des Cténophores, les otocystes des Annélides polychœtes, etc. Je n'ai pas à m'occuper ici de ces organes, qui sont cependant les précurseurs phylogéniques des formations labyrinthiques; j'y reviendrai dans le chapitre suivant et je renvoie le lecteur à l'excellent ouvrage de M. P. Bonnier (1) qui traite ce sujet en détail.

Quant aux canaux semi-circulaires, la disposition qu'ils affectent est presque identique chez tous les Vertébrés supérieurs, ainsi que l'utricule et le saccule. Je décrirai ces organes aussi sommairement que possible, mais je serai obligé d'entrer en détail dans l'anatomie du nerf

1. « Oreille ». *Encyclopédie des aide-mémoire.*

vestibulaire ainsi que de ses centres bulbaires, cérébelleux et cérébraux.

Je dois décrire l'utricule et le saccule à cause de recherches récentes qui portent aussi bien sur ces organes que sur les canaux semi-circulaires.

Pour ce travail, je puiserai largement dans l'anatomie de Testut, ainsi que dans l'ouvrage de P. Bonnier (1), donnant certaines descriptions mot pour mot.

Les parties de l'oreille interne qui nous intéressent se composent de trois appareils : l'appareil osseux contenant la périlymphe, l'appareil membraneux contenant l'endolymphe, et l'appareil neuro-épithélial.

Appareil osseux.

Les canaux semi-circulaires sont, comme leur nom l'indique, de petits cylindres osseux recourbés qui forment environ les trois quarts d'un cercle. Au nombre de trois de chaque côté de la tête, ils sont situés dans l'épaisseur du rocher de l'os temporal.

Avec le vestibule osseux et le limaçon osseux, ils forment ce que l'on appelle le *labyrinthe osseux* (Fig. 1).

La section des canaux n'est pas circulaire, mais elliptique, avec le grand axe dans le plan du canal. Leur diamètre moyen est un peu inférieur à un millimètre ; la longueur du canal *sagittal* est de 15 millimètres en moyenne, celle du *transversal* de 18 millimètres, celle de l'*horizontal* de 12 millimètres. Avec M. P. Bonnier, nous croyons

1. Ouvrage déjà cité.

ces noms préférables à ceux donnés par divers anatomistes, car ils indiquent les plans dans lesquels sont compris tes axes de ces canaux; ce sont en effet ces plans qu'il

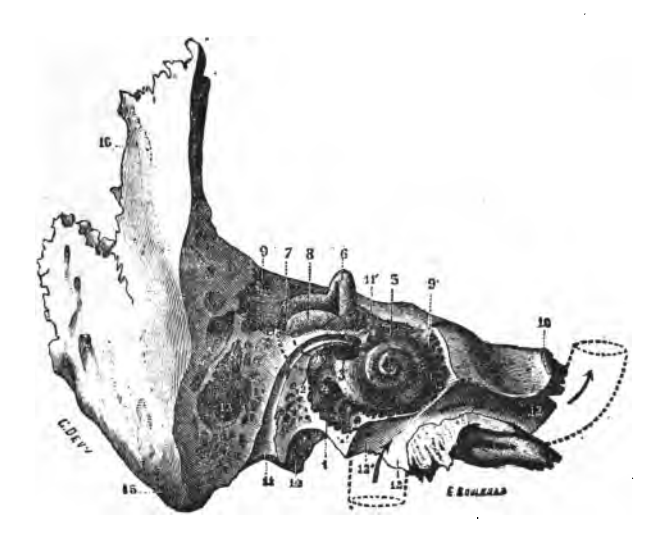


Fig. 1 (d'après Testut).

Les éléments osseux de l'oreille interne, vus en place, après ablation des portions osseuses qui la recouvrent (temporal droit).

1, caisse du tympan, paroi inférieure et postérieure. — 2, pyramide. — 3, fenêtre ovale. — 4, fenêtre ronde. — 5, limaçon, vue antérieure. — 6, canal semi-circulaire sagittal. — 7, canal semi-circulaire transversal. — 8, canal semi-circulaire horizontal. — 9, 9', partie du rocher évidée pour dégager les canaux semi-circulaires et le limaçon. — 10, sommet du rocher. — 11, aqueduc de Fallope, avec 11', orifice pour le grand nerf pétreux superficiel. — 12, 12, canal carotidien, avec 12', canal carotico-tympanique. — 13, cavités mastoïdiennes. — 14, fosse jugulaire. — 15, apophyse mastoïde. — 16, partie postérieure de l'écaille.

importe d'avoir bien fixés dans l'esprit pour comprendre les théories sur les fonctions des canaux.

Voici cependant, pour éviter toute confusion, les synonymes que l'on rencontre chez les divers auteurs :

1° *Sagittal*, vertical supérieur ou vertical antérieur.

2° *Transversal*, vertical inférieur, vertical postérieur ou frontal.

3° *Horizontal* ou externe.

Chaque canal s'ouvre dans le vestibule par un *orifice non-ampullaire* de la même largeur que le canal, et par un *orifice ampullaire* dilaté. Cependant, il n'y a que cinq orifices dans le vestibule au lieu de six, parce que les orifices non-ampullaires du canal sagittal et du canal transversal se fusionnent en un seul. Il y a donc en tout trois orifices ampullaires et deux orifices non-ampullaires.

Le canal sagittal est le plus élevé de tous ; il est vertical et se développe suivant un plan qui est perpendiculaire à l'axe du rocher. Sa convexité est dirigée en haut et soulève parfois, d'une façon sensible, l'écorce de ce dernier os, au niveau de son bord supérieur et de sa face postérieure.

Le canal transversal est situé en dehors et au-dessous du précédent. Comme lui, il est vertical ; mais il se développe suivant un plan parallèle à l'axe du rocher et forme par conséquent un angle de 90° avec le canal sagittal. Sa convexité regarde en dehors et un peu en arrière.

Le canal horizontal occupe l'angle dièdre formé par les deux autres auxquels il est perpendiculaire. Chacun des trois canaux est donc dans un plan perpendiculaire aux plans des deux autres. Des figures feront mieux saisir ces quelques données anatomiques. (Fig. 2 et 3).

Vestibule. — Le vestibule est la partie centrale de l'oreille interne ; c'est une cavité osseuse creusée dans le rocher

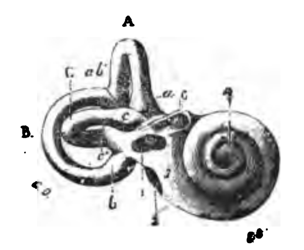


Fig. 2 (d'après Testut).
Labyrinthe osseux, isolé et vu par sa face externe.

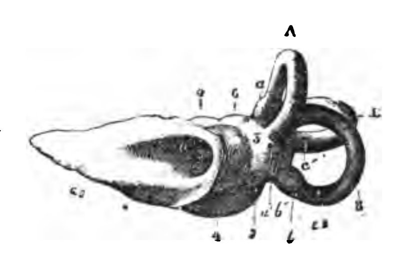


Fig. 3 (d'après Testut).
Labyrinthe vu par sa face interne.

A, canal semi-circulaire sagittal, avec *a*, son extrémité ampullaire. B, canal semi-circulaire transversal avec *b*, son extrémité ampullaire, et *a' b'*, canal commun aux deux extrémités non-ampullaires des deux canaux A et B. — C, canal semi-circulaire horizontal, avec *c*, son extrémité ampullaire, *c'*, son extrémité non-ampullaire. 1, fenêtre ovale. — 2, fenêtre ronde. — 3, vestibule. — 4, limaçon. — 5, conduit auditif interne. — 6, aqueduc de Fallope.

immédiatement en dedans de la fenêtre ovale (fig. 1). C'est une espèce de carrefour, communiquant à la fois:

1° *en dehors*, avec la caisse du tympan par l'intermédiaire de la fenêtre ovale et de la fenêtre ronde.

2° *en dedans*, avec le conduit auditif interne par un système de petits pertuis, qui livrent passage aux filets de la branche vestibulaire du nerf auditif.

3° *en avant et en bas*, avec le limaçon.

4° *en arrière et en haut*, avec les canaux semi-circulaires.

Le vestibule a la forme d'une boîte ovoïde, aplatie transversalement et dont le grand axe se dirige oblique-

ment d'arrière en avant et de dedans en dehors. Son diamètre antéro-postérieur mesure en moyenne 6 millimètres, le vertical 4 à 5, le transversal 3. Sa paroi externe est occupée dans la plus grande partie de son étendue par la *fenêtre ovale* de la caisse du tympan (fig. 2). C'est contre cette fenêtre fermée par la platine de l'étrier que les ondes sonores viennent frapper et c'est par elle qu'elles sont transmises aux organes de l'oreille interne.

La paroi interne du vestibule répond au fond du conduit auditif interne. Elle présente plusieurs fossettes dont trois seulement nous intéressent : 1° une supérieure, la *fossette elliptique*, en rapport avec l'utricule ; 2° une inférieure, la *fossette hémisphérique*, en rapport avec la saccule, 3° la *fossette sulciforme*, située juste en arrière de la fossette elliptique. C'est un petit sillon étroit qui aboutit en haut à l'*aqueduc du vestibule* qui, lui, est un canal de 1/4 de millimètre de largeur et qui parcourt le rocher pour une distance de 8 à 10 millimètres ; cet aqueduc s'ouvre sur la face postérieure de ce dernier os.

Cette fossette sulciforme ainsi que l'aqueduc qui lui fait suite livrent passage à un prolongement du vestibule membraneux, le *conduit endolymphatique* que nous étudierons plus loin.

Sur la paroi inférieure du vestibule se voit un orifice qui fait communiquer le limaçon avec le vestibule.

Outre ces orifices, il existe sur les parois vestibulaires une série de trous minuscules, destinés à livrer passage aux filets du nerf vestibulaire et aux petits vaisseaux qui se rendent à l'utricule, au saccule et aux ampoules des canaux semi-circulaires.

Aqueduc du limaçon et canalicules accessoires de Siebenman. — Je n'ai pas ici à faire la description du limaçon, cela m'entraînerait hors de mon sujet. Mais je dois dire quelques mots de ses canaux qui font communiquer la capsule labyrinthique avec l'endocrâne.

L'*aqueduc du limaçon* est un petit conduit osseux qui part de la portion initiale de la rampe tympanique immédiatement en avant de la fenêtre ronde. Il parcourt le rocher sur une longueur de 10 à 12 millimètres et se termine dans le fond de la dépression pyramidale qui est située sur le bord postérieur du rocher, un peu en dedans de la fosse jugulaire. Ce conduit est excessivement étroit, surtout à sa partie moyenne, où l'on peut à peine introduire un cheveu. Il livre passage à un prolongement de la dure-mère, renfermant à son centre une fente lymphatique et une veinule qui se rend au golfe de la veine jugulaire.

A côté de l'aqueduc du limaçon il existe un ou deux autres petits canaux, décrits par Siebenman ; ils livrent passage à des vaisseaux qui vont au limaçon.

Appareil membraneux

A l'intérieur de ces parties osseuses qui ne sont que protectrices, se trouvent les parties membraneuses, siège des fonctions qui nous intéressent.

Les *canaux semi-circulaires membraneux* sont pour ainsi dire moulés dans les canaux osseux ; ils ont donc la même direction, la même longueur et la même configura-

tion que ces derniers qu'ils ne remplissent cependant qu'incomplètement, leur section étant environ le quart de celle des canaux osseux, c'est-à-dire 1/4 de millimètre.

Ils n'occupent pas le centre des canaux osseux, mais longent leur paroi la plus excentrique à laquelle ils sont intimement unis par une couche de tissu conjonctif. De plus ils sont reliés aux autres parois des canaux osseux par de nombreuses travées connecto-vasculaires. (fig. 4).

Les canaux membraneux ont, comme les canaux osseux, une extrémité ampullaire. Celle-ci nous présente à sa par-

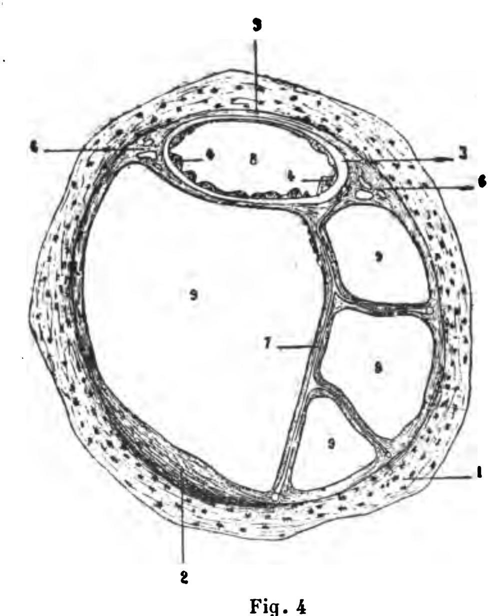


Fig. 4

Coupe transversale d'un canal semi-circulaire de l'homme (d'après Rüdinger)

1. Canal semi-circulaire osseux. — 2, périoste. — 3, canal semi-circulaire membraneux, avec 4, les villosités de sa surface interne. — 5, tissu conjonctif unissant le canal semi-circulaire membraneux au périoste. — 6, travées fibreuses. — 7, vaisseaux. — 8, espace endolymphatique. — 9, espace périlymphatique.

tie interne un petit repli *transversal*, qui se traduit extérieurement, par un sillon, intérieurement par une saillie : cette saillie a reçu le nom de *crête acoustique*. Comme il y a trois ampoules, il y a donc trois crêtes acoustiques. Elles ont une forme semi-lunaire, se disposent *perpendiculairement* à l'axe des ampoules et ont une coloration blanc jaunâtre.

Elles reçoivent des terminaisons du nerf vestibulaire.

Il va sans dire que nous adopterons pour les canaux membraneux les noms de *sagittal*, de *transversal* et d'*horizontal*, comme pour leurs canaux osseux respectifs. Avec l'utricule dans la face postérieure duquel ils s'ouvrent, avec le saccule, le limaçon membraneux, le canal et le cul-de-sac endolymphatiques, ils forment ce qu'on est convenu de désigner sous le nom collectif de *labyrinthe membraneux* ou *récipient endolymphatique* (fig. 5).

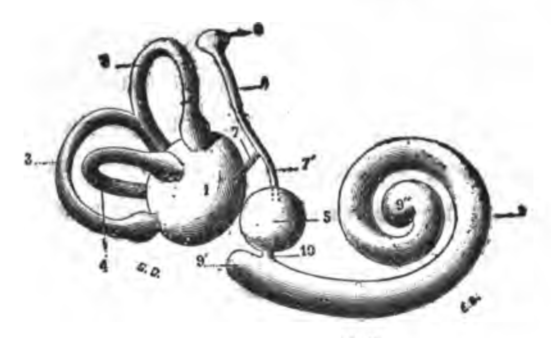


Fig. 5 (d'après Testut)

Labyrinthe membraneux du côté droit, vu par sa face externe.

1, utricule. — 2, canal semi-circulaire sagittal. — 3, canal semi-circulaire transversal. — 4, canal semi-circulaire horizontal. — 5, saccule. — 6, canal endolymphatique, avec : 7 et 7', ses canaux d'origine ; 8, son cul-de-sac terminal. — 9, canal cochléaire, avec 9', son cul-de-sac vestibulaire, 9'', son cul-de-sac terminal. — 10, canalis réuniens de Hensen.

Structure des canaux membraneux.

Les canaux comprennent deux couches qui sont en allant de dehors en dedans : 1° une tunique conjonctive ; 2° une couche épithéliale.

1° *Tunique conjonctive.* — Celle-ci nous présente aussi à considérer deux couches distinctes, l'une extérieure qui se rattache au périoste, l'autre intérieure qui est la couche fibreuse propre.

La couche périostique, simple dépendance du périoste, est constituée par des lames de tissu fibreux mélangées de fibres élastiques. Ce tissu contient un grand nombre de cellules pigmentaires.

La couche fibreuse propre rappelle la structure des amelles du tissu cornéen (Coÿne). Du côté de l'épithélium, cette couche est limitée par une membrane basale, mince et anhiste ou *limitante externe* qui présente une série de petits soulèvements papilliformes, qui ont tantôt la forme de crêtes, tantôt, leur sommet étant plus large que leur base, la forme de massues. Ces saillies disparaissent au niveau de la partie adhérente des canaux (fig. 4).

2° *Couche épithéliale.* — Nous décrirons celle-ci en étudiant l'appareil neuro-épithélial.

L'utricule, adhérant intimement par sa face interne à la fossette elliptique du vestibule osseux, affecte la forme d'une petite outre applatie transversalement dont le grand axe antéro-postérieur a près de 4 millimètres de longueur, les deux autres axes n'ayant que 2 millimètres.

Sa face externe regarde la base de l'étrier, mais n'arrive jamais à son contact : entre l'étrier et l'utricule se trouve un intervalle de deux millimètres environ.

Sa surface intérieure est régulière et lisse, excepté en dedans, au niveau du point où elle répond à la fossette elliptique ; là se dresse une petite saillie ovoïde et blanchâtre, mesurant 3 millimètres de longueur sur deux millimètres de hauteur : c'est la *tache acoustique de l'utricule*, à laquelle aboutissent les divisions du nerf utriculaire.

Cette même surface intérieure de l'utricule nous montre cinq orifices arrondis ou ovalaires qui sont les orifices ampullaires et non-ampullaires des canaux semi-circulaires membraneux.

Le *saccule* est un sac sphérique plus petit que l'utricule et situé au-dessous de celui-ci, dans la partie inférieure du vestibule osseux. Il est faiblement uni à la fossette hémisphérique par un tissu conjonctif lâche ; de plus il est soudé à l'utricule par sa paroi supérieure, mais ne communique pas avec lui à ce niveau. La communication se fait par l'intermédiaire de deux petits canaux qui partent, l'un de l'utricule, l'autre du saccule et qui se réunissent pour former le *canal endolymphatique* de Hasse. (fig. 5). Ce canal pénètre dans l'aqueduc du vestibule et le parcourt à travers le rocher jusqu'à sa face postérieure au voisinage du trou déchiré postérieur, et là se dilatant, il forme au-dessous de la dure-mère le *cul-de-sac endolymphatique*. D'après Rüdinger ce cul-de-sac donnerait naissance sur plusieurs points de sa surface extérieure, à un système de petits canaux qui

pénétreraient dans la dure-mère et qui, pour lui, doivent être considérés comme des canaux d'écoulement de l'endolymphe (abflusskanaele) dans les espaces lymphatiques des méninges.

En outre, le saccule communique avec le limaçon membraneux au moyen du canalis reuniens ou canal de Hensen. (fig. 5).

Comme celle de l'utricule, la surface intérieure du saccule est lisse et régulière, excepté au niveau de la fossette hémisphérique où elle présente la *tache acoustique du saccule*, petite saillie blanchâtre qui mesure environ 2 millimètres de longueur sur 1 millimètre et demi de hauteur. C'est à cette tache qu'aboutissent les terminaisons du nerf sacculaire.

Le labyrinthe membraneux contient le liquide endolymphatique et baigne lui-même dans le liquide périlymphatique. Le récipient périlymphatique est cloisonné dans la région des canaux semi-circulaires ainsi que dans celle de l'utricule et du saccule: des travées connecto-vasculaires, comme nous l'avons déjà vu, se portent du périoste sous la paroi membraneuse. Ce récipient, ainsi que ses cloisons, est tapissé par le prolongement de la capsule endothéliale sous-arachnoïdienne qui accompagne le tronc du nerf labyrinthique et chez presque tous les Vertébrés le suit à travers les cribles osseux.

Les cloisons renferment les vaisseaux nourriciers et excréteurs, excréteurs en ce sens qu'ils s'étalent sous la capsule endothéliale formant des sinuosités dilatées qui ralentissent le cours du sang, condition éminemment propre à la transsudation du liquide endo-et périlymphatique qui pro-

viennent du sérum sanguin. Testut dit que ce liquide est limpide et fluide comme de l'eau chez l'homme, tandis que chez les Vertébrés inférieurs il est visqueux.

Artères. — Le labyrinthe osseux reçoit par sa surface extérieure plusieurs artérioles dont les principales sont : 1° une artériole qui du bord supérieur du rocher se porte vers les canaux semi-circulaires ; 2° quelques fins rameaux, que l'artère stylo-mastoïdienne abandonne au vestibule ; 3° des artérioles qui se rendent de la caisse du tympan au vestibule.

Le labyrinthe membraneux est irrigué par la branche vestibulaire de *l'artère auditive interne* qui se distribue au saccule, à l'utricule et aux canaux semi-circulaires. Elle forme tout autour de ces poches membraneuses un réseau à mailles irrégulières, qui est particulièrement développé au niveau des taches et des crêtes acoustiques.

Veines. — Le sang veineux du labyrinthe membraneux s'écoule 1° par la *veine auditive interne* qui se jette soit dans le sinus pétreux inférieur, soit dans le sinus latéral ; 2° par la *veine de l'aqueduc du vestibule* qui se jette dans le sinus pétreux supérieur ; 3° par la *veine de l'aqueduc du limaçon* qui aboutit à la jugulaire interne.

Lymphatiques. — Nous avons déjà vu que l'espace périlymphatique communique avec les espaces arachnoïdiens et sous-arachnoïdiens du cerveau par l'intermédiaire des gaines lymphatiques qui entourent le nerf auditif. Cependant, cette communication n'a jamais été rencontrée encore que chez les animaux et elle est rejetée, pour l'homme, par Weber-Liel.

La voie d'écoulement (?) pour la péri-lymphe serait constituée par un canal qui suivrait l'aqueduc du limaçon et qui aboutirait aux espaces arachnoïdiens.

Pour résumer, nous voyons donc que l'oreille interne est composée d'une capsule osseuse de forme irrégulière contenant un sac membraneux de forme à peu près semblable. Ce sac baigne dans un liquide et contient un

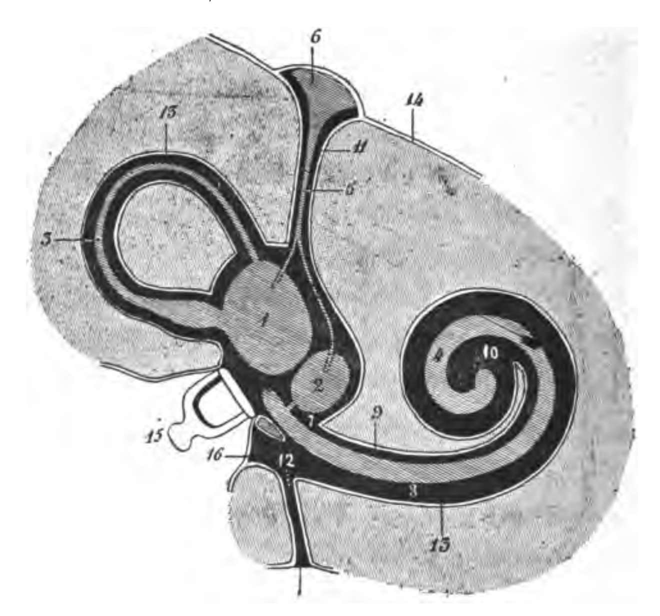


Fig. 6 (d'après Testut).

Schéma indiquant les espaces péri et endo-lymphatiques; les espaces endolymphatiques sont représentés par des rayures, les espaces péri-lymphatiques sont *en noir*.

1, utricule. — 2, saccule. — 3, canaux semi-circulaires. — 4, canal cochléaire. — 5, canal endolymphatique. — 7, canal de Hensen. — 8, rampe tympanique. — 9, rampe vestibulaire. — 10, leur communication. — 11, aqueduc du vestibule. — 12, aqueduc du limaçon. — 13, périoste. — 14, dure-mère. — 15, étrier dans la fenêtre ovale. — 16, fenêtre ronde et tympan secondaire.

liquide. Pour certains auteurs il serait continu, mais pour Rüdinger il communiquerait au niveau du cul-de-sac endolymphatique avec les espaces lymphatiques des méninges.

La capsule osseuse, comme nous l'avons vu, n'est pas continue. A part les pertuis déjà décrits, elle possède deux solutions de continuité importantes, l'une, la *fenêtre ovale*, l'autre, la *fenêtre ronde* (Fig. 6).

Celle-ci joue le rôle de contre-poids à la première et bombe en dehors quand la fenêtre ovale est refoulée en dedans par l'étrier.

Il est à remarquer que la périlymphe, comme l'endolymphe, ne forme qu'une seule et même masse liquide. Ceci est important, car la moindre modification de pression subie par un point quelconque de ces masses liquides se propage immédiatement à tous les autres points.

Canaux des pigeons

Avant d'aborder l'étude de l'appareil neuro-épithélial, il me semble nécessaire de dire quelques mots sur l'anatomie des canaux semi-circulaires des pigeons, puisque c'est sur ces animaux que mes expériences ont été faites.

La disposition générale de leurs canaux est à peu près la même que celle des canaux de l'homme, ainsi que leurs plans — sagittal, transversal et horizontal ; mais leur forme est moins régulière, surtout celle du canal sagittal, et par suite les angles qu'ils font ensemble ne sont pas si nettement droits.

Le canal horizontal osseux et le canal transversal osseux se touchent en formant ensemble une croix, tandis que le sagittal s'élève loin au-dessus du transversal. Il est à remarquer que le sagittal a une ouverture commune avec l'horizontal, tandis que nous avons vu que chez l'homme c'était avec le transversal que se faisait cette union.

Le *canal horizontal* est situé en avant, en bas et en dehors ; le *canal sagittal* en arrière, en haut et en dedans, mais dans sa partie antérieure s'incurve en dehors et en bas, tandis que le *canal transversal* est situé au-dessous du sagittal et croise l'horizontal dans sa partie postérieure.

Il ne faut pas qu'on prenne les mots sagittal et transversal absolument à la lettre, car le transversal est dirigé plutôt en dehors et en arrière ; le canal sagittal qui est assez tortueux chez le pigeon a, comme chez l'homme, une direction générale en dehors et en avant. *Ainsi le canal sagittal d'un côté est en ligne avec le canal transversal de l'autre côté.*





Fig. 7°

Canaux semi-circulaires du pigeon

A. Vus par derrière. — B. Vus de côté.

1. Canal sagittal. — 2, canal transversal. — 3, Canal horizontal. — 4, l'Union du canal sagittal et du canal horizontal. *a*, *b*, *c*, les ampoules de ces canaux.

Ces canaux sont situés au-dessous de la ligne occipitale dans une cavité formant des cellules osseuses à parois minces et faciles à détruire.

De plus l'espace périlymphatique des canaux des pigeons n'est pas cloisonné comme celui de l'homme, car on peut enlever les canaux membraneux avec une extrême facilité. Comme chez l'homme la périlymphe et l'endolymphe sont limpides et fluides comme de l'eau.

Appareil neuro-épithélial

Je commencerai par la description de l'épithélium qui tapisse l'intérieur des canaux membraneux, des crêtes et des taches acoustiques, ainsi que de celle des otolithes et des terminaisons nerveuses ; puis je remonterai le tronc vestibulaire que je suivrai jusqu'à ses noyaux bulbaires.

Je montrerai les connexions de ces derniers avec les autres noyaux du bulbe, ainsi qu'avec le cervelet et l'écorce cérébrale.

Sur la plus grande partie des canaux membraneux, l'épithélium se compose d'un seul plan de cellules ; celles-ci sont cubiques et plus larges que hautes. Mais au niveau des crêtes acoustiques nous devons distinguer trois sortes de cellules (Ranvier) :

1° Des *cellules* dites *basales ;*

2° « *cellules de soutien* ;

3° « *cellules sensorielles.* (fig. 8).

La figure 8 est une coupe d'une *tache acoustique* du saccule ; mais la constitution histologique de cette dernière est absolument identique à celle des *crêtes acoustiques* des ampoules.

Le canal horizontal osseux et le canal transversal osseux se touchent en formant ensemble une croix, tandis que le sagittal s'élève loin au-dessus du transvers. Il est à remarquer que le sagittal a une ouverture commune avec l'horizontal, tandis que nous avons vu q... chez l'homme c'était avec le transversal que se fai... cette union.

Le *canal horizontal* est situé en avant, en bas e... dehors ; le *canal sagittal* en arrière, en haut et en de..., mais dans sa partie antérieure s'incurve en dehors e... bas, tandis que le *canal transversal* est situé au-des... du sagittal et croise l'horizontal dans sa partie postérie...

Il ne faut pas qu'on prenne les mots sagittal et tr... versal absolument à la lettre, car le transversal est di... plutôt en dehors et en arrière ; le canal sagittal qui e... assez tortueux chez le pigeon a, comme chez l'homm... une direction générale en dehors et en avant. *Ain... canal sagittal d'un côté est en ligne avec le canal tra... versal de l'autre côté.*

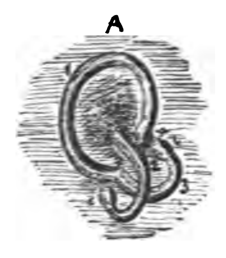




Fig. 7

Canaux semi-circulaires du pigeon

A. Vus par derrière. — B. Vus de côté.

1. Canal sagittal. — 2, canal transversal. — 3, Canal horizontal. — Union du canal sagittal et du canal horizontal. *a*, *b*, *c*, les ampoules des canaux.

lement

s cré-
ellules
toure
conti-
s uti-
d'ar-
elles
s de



Cette figure est suffisamment claire par elle-même pour pouvoir se passer d'une description détaillée. Qu'il suffise de dire que les cils des cellules sensorielles des crêtes

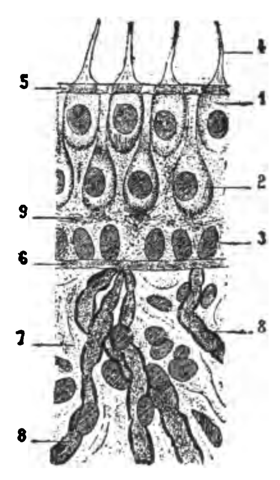


Fig. 8.

Coupe perpendiculaire d'une tache acoustique du lapin (d'après Ranvier). 1, cellules sensorielles. — 2, cellules de soutien. — 3, cellules basales. — 4, groupe de cils des cellules sensorielles. — 5, cuticule ou limitante interne. — 6, membrane basale ou limitante externe. — 7, chorion connectif du saccule. — 8, fibres nerveuses, se dépouillant de leur myéline en traversant la membrane basale et allant former le plexus basal 9.

acoustiques s'accolent par groupes formant des pinceaux compacts et rigides qui s'élèvent au-dessus de la surface papillaire. Tandis que les papilles utriculaire et sacculaire sont saupoudrées de corpuscules calcaires cristallins qui, chez l'homme, sont à l'état de sable fin ou de *poussière* (*poussière auditive de Breschet*). Chez les Vertébrés inférieurs, ces cristaux s'agrègent de manière à former des concrétions plus ou moins considérables, les *otolithes.*

Selon Testut les crêtes acoustiques seraient également saupoudrées de ces corpuscules.

Le *nerf vestibulaire* prend son origine dans ces crêtes et taches acoustiques ; ses fibres partent des cellules sensorielles qu'elles entourent comme le calice entoure la corolle d'une fleur ; c'est-à-dire qu'elles sont *en contiguïté* avec ces cellules et *non en continuité*. Retzius utilisant la méthode d'imprégnation double au chromate d'argent de Cajal, démontra ce fait. Des cellules sensorielles elles se rendent à l'espace compris entre les cellules de

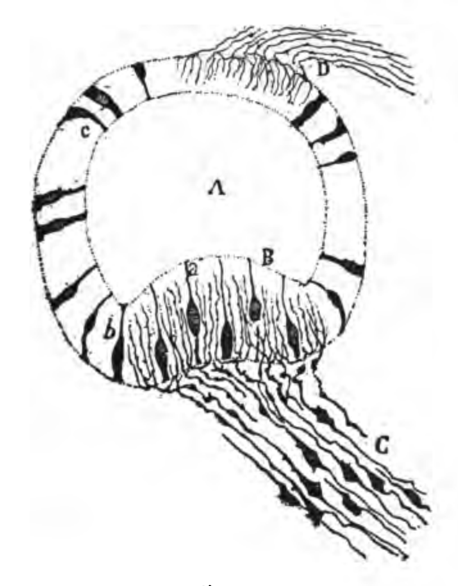


Fig. 9

Coupe transversale de la crête acoustique d'un canal semi-circulaire de fœtus de rat (d'après Cajal).

A. canal semi-circulaire. — B. crête acoustique. — C. faisceau nerveux constitué par des cellules bipolaires. — D. petit faisceau nerveux se terminant à la partie supérieure du canal semi-circulaire ; *a* cellule épithéliale bipolaire ; *b.* et *c.* variétés de cellules épithéliales.

soutien et les cellules basales formant un plexus serré, le *plexus basal* de Ranvier (fig. 8). Puis elles passent entre les cellules basales, traversent la membrane basale et aussitôt s'entourent d'une gaine de myéline (Testut).

Ces fibres représentent l'expansion périphérique des cellules bipolaires du *ganglion de Scarpa* situé sur le tronc du nerf vestibulaire (fig 9. C).

Ramon y Cajal à qui j'emprunte la figure 9 la décrit de la manière suivante : « La crête auditive apparaît sur une section perpendiculaire et l'on y voit pénétrer les fibrilles nerveuses venues des cellules bipolaires résidant à une grande distance de l'épithélium. Les ramifications terminales sont variqueuses ; elles forment à leur origine des petits arcs à concavité supérieure et s'achèvent, non loin de la surface épithéliale libre, par une varicosité.

On remarque aussi dans cette figure des terminaisons nerveuses du même genre en d'autres points de l'épithélium, c'est-à-dire en dehors de la région des crêtes auditives, terminaisons dont nous n'avons pu déterminer la provenance, quoique nous croyons probable qu'il s'agit également des fibrilles du nerf acoustique » (fig. 9, D).

Plus loin, l'auteur ajoute :

« L'expansion extérieure des cellules bipolaires acoustiques est plus épaisse que l'expansion interne et peut être regardée comme un prolongement protoplasmique, tandis que l'expansion interne ou profonde, beaucoup plus fine, peut être considérée comme un véritable cylindre-axe. L'excitation recueillie par les cellules épithéliales est portée aux ramifications du prolongement protoplasmique, et ensuite au corps de la cellule bipolaire et à sa

fibre nerveuse. Celle-ci la conduit au bulbe où se trouvent *sûrement* les arborisations terminales du nerf acoustique formant là un nouvel entrelacement *par contact* avec une autre série de corpuscules nerveux (1).

Mais n'allons pas si vite ; suivons le nerf vestibulaire hors du labyrinthe. Les fibres venant de la tache utriculaire et des crêtes sagittale et horizontale, se réunissent pour former le *rameau supérieur* qui pénètre dans le conduit auditif interne par la *tache criblée supérieure.*

Les fibres qui viennent de la tache sacculaire forment le *rameau inférieur* qui pénètre dans le conduit auditif interne par la *tache criblée inférieure.* Celles qui viennent de la crête transversale forment le *rameau postérieur* qui gagne le conduit auditif interne par la *tache criblée postérieure* et le foramen singulare de Morgagni (Testut). Ces trois rameaux se fusionnent pour former le tronc de la branche vestibulaire du nerf acoustique, aussi appelé *nerf vestibulaire.*

Dans le conduit auditif interne, avant sa rencontre avec la branche cochléenne du nerf auditif, le nerf vestibulaire, comme nous avons vu plus haut, présente un renflement ganglionnaire, appelé *ganglion de Scarpa.* Les cylindre-axes de ses cellules bipolaires vont rencontrer ceux provenant des ganglions de Corti, formant avec ces derniers un tronc unique, le *nerf acoustique.* Celui-ci quitte le conduit auditif interne entouré d'une gaine arachnoïdienne, longe le côté interne du lobule du pneumogastrique, con-

1. S. R. y Cajal. Les nouvelles idées sur la structure du système nerveux chez l'homme et chez les Vertébrés. Paris, Reinwald et Cie.

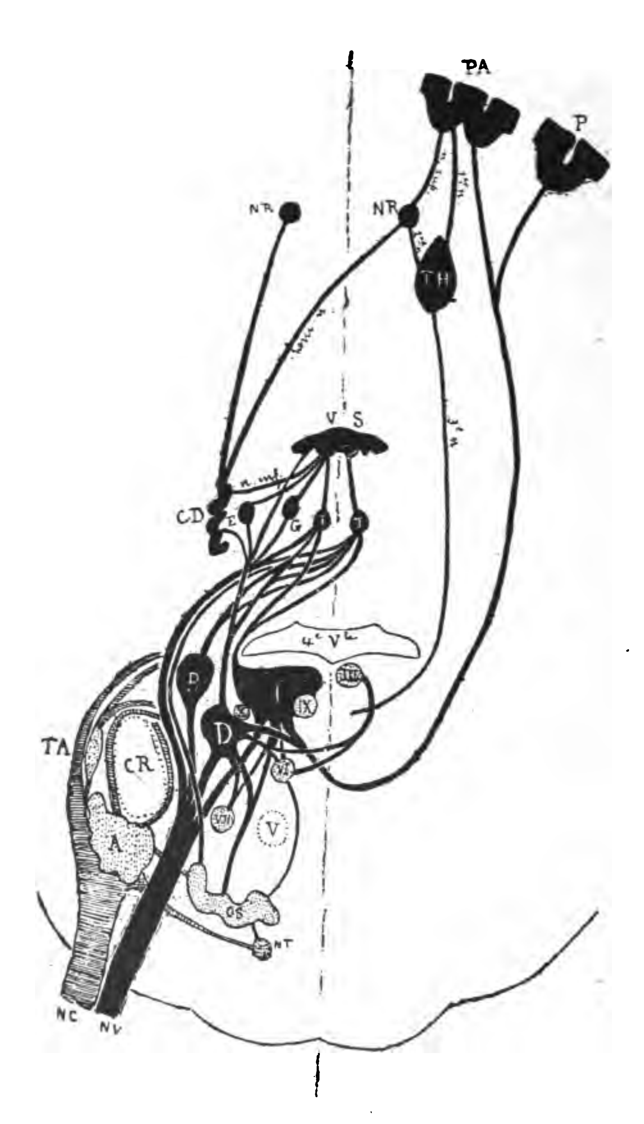


Fig. 10.

Connexions du nerf vestibulaire avec les noyaux du bulbe et avec les centres cérébelleux et cérébraux.

Légende de la *fig.* 10 ci-contre.

A, noyau antérieur.
TA, tubercule acoustique.
B, noyau de Bechterew.
D, noyau de Deiters.
I, noyau interne.
CR, corps restiforme.
V, racine du trijumeau.
VI, noyau de l'abducteur.
VII, noyau du facial.
IX, noyau du glosso-pharyngien.
X, noyau du pneumogastrique (noyau sensitif).
III, noyau de l'oculo-moteur commun.
OS, olive supérieure.
NT, noyau du corps trapézoïde.
4° V^le, quatrième ventricule.
VS, vermis supérieur.
CD, corps dentelé.
E, embolus.
G, globulus.
T, noyau du toit.
PA, pariétale ascendante.
P, lobe pariétal.
NR, noyau rouge.
TH, couche optique.
1er n., premier neurone.
2e n., deuxième neurone.
n. sup. neurone supérieur.
n. inf., neurone inférieur.
n. moy., neurone moyen.
3e n., troisième neurone.
NV, nerf vestibulaire.
NC, nerf cochléaire.

tourne le pédoncule cérébelleux moyen, et se dirigeant obliquement en bas, en arrière et en dedans, se divise en deux racines qui pénètrent dans le bulbe :

a. — La *racine antéro-interne* ou *vestibulaire* entre dans la *fossette latérale* du bulbe, immédiatement en arrière de la protubérance, un peu en dehors du nerf facial et de l'intermédiaire de Wrisberg.

b. — La *racine postéro-externe* ou *cochléenne* se sépare de l'antérieure au niveau de la fossette latérale, contourne le corps restiforme en dehors et en arrière et, à la limite du ventricule, se divise en radicules, très variables par leur nombre et par leur volume, qui, faisant éventail, se portent en dedans, traversent le plancher du quatrième ventricule pour arriver à la ligne médiane : ce sont les *barbes du calamus scriptorius*. Nous n'avons pas à nous occuper de cette racine postéro-externe qui est purement auditive.

Les centres bulbaires et cérébraux du nerf vestibulaire sont encore fortement contestés. Ceux du cervelet, par contre, semblent certains.

Quelques auteurs prétendent que le nerf vestibulaire est interrompu dans les noyaux du bulbe, d'autres qu'il les traverse sans s'y interrompre, d'autres encore qu'il se rend directement au cervelet par le pédoncule cérébelleux inférieur. Quoi qu'il en soit de ces opinions, nous tâcherons de donner aussi clairement que possible les connexions les plus probables de ce nerf suivant de près la description de M. P. Bonnier (1). La figure schématique n° 10 est empruntée à son livre.

1. Ouvrage cité.

Je l'ai modifiée cependant légèrement pour la mettre en accord avec les idées les plus récentes de Déjerine, Russel et autres.

Le nerf vestibulaire, par un grand nombre de fibres, pénètre directement dans la moelle allongée et se dirige d'avant en arrière, laissant en dedans l'olive supérieure (OS), le noyau du facial (VII), la racine descendante ou sensible du nerf trijumeau (V), en dehors le corps restiforme (CR), ou pédoncule cérébelleux inférieur. Arrivé au niveau du noyau de Deiters (D), il se divise en une branche ascendante et une branche descendante. La *branche ascendante* se termine rapidement dans le noyau de Deiters et le noyau de Bechterew. La *branche descendante*, beaucoup plus longue et compacte, se termine dans une longue colonne de substance grise, le *noyau interne* (I).

Sala et Edinger n'admettent pas ces rapports de la racine antéro-interne avec les noyaux cités.

Bechterew et Kölliker, au contraire, les affirment nettement dans leurs dernières éditions. D'après Edinger, d'autres fibres se détachent du nerf, traversent le corps restiforme et parviennent en le suivant dans le cervelet jusqu'aux noyaux du toit (T) et au noyau globuleux (G). Ce faisceau n'est pas admis par tous les auteurs (Bechterew).

Cependant Cajal a confirmé les observations de Van Gehuchten qui, dans ses recherches sur la structure de la protubérance annulaire chez l'embryon du poulet, a semblé voir qu'un certain nombre de fibres de la branche ascendante prenaient plutôt une direction horizontale pour se rendre dans le cervelet. Cajal a pu, en effet, poursui-

vre ces branches horizontales à travers le noyau de Bechterew, jusque dans le noyau du toit du cervelet.

D'ailleurs Baginsky, en sectionnant chez le chat et le lapin la racine antéro-interne de l'auditif, a observé comme conséquence une atrophie partielle du corps restiforme correspondant.

Mais il ressort nettement de toutes les études anatomiques faites à ce sujet, que le nerf vestibulaire est avant tout cérébelleux. En effet, après son interception dans le noyau interne, dans celui de Bechterew et surtout dans le noyau de Deiters, on voit partir, mais surtout de ce dernier, un important faisceau qui se dirige vers le vermis supérieur (V S) du cervelet. Bonnier fait de ce faisceau l'homologue du faisceau cérébelleux direct de Flechsig, qui des cellules de la colonne de Clarke remonterait vers le même vermis supérieur. Mais je ferai remarquer que tous les auteurs anglais, Ferrier, Turner, Russell, etc, sont d'accord qu'il n'existe pas de faisceau direct descendant sans interruption du cervelet dans la moelle épinière. Marinesco constata sur leurs préparations que leurs preuves sont indiscutables (1).

Du noyau de Deiters partent encore deux faisceaux cérébelleux, l'un vers *l'embolus* (E) et le *corps dentelé* (CD), l'autre vers le *noyau du toit* (T) du même côté et vers celui du côté opposé. Du noyau de Bechterew (B) et du noyau interne (I) partent aussi des faisceaux qui se rendent aux noyaux du toit des deux côtés.

Du noyau de Deiters et du noyau interne partent deux

1. G. Marinesco. 2nde lettre d'Angleterre *Semaine Médicale*, 27 mai 1896.

faisceaux qui se fusionnent, traversent la ligne médiane pour gagner l'anse latérale et de là le lobe pariétal. (Bechterew).

Dans le bulbe le noyau interne (I) est en râpport avec le noyau du glosso-pharyngien (IX), avec celui du pneumogastrique (X); mais ce qui est de la plus grande importance, ce sont les connexions avec les noyaux des nerfs oculaires. Un faisceau part du noyau de Deiters et un autre du noyau interne, qui aboutissent au noyau de l'abducens (VI), et par celui-ci peuvent intervenir dans toute l'oculomotricité réflexe, grâce aux connexions des noyaux oculomoteurs entre eux. D'autre part, Thomas a décrit des fibres allant du noyau de Deiters aux noyaux de l'oculomoteur commun du côté opposé (III).

Held a pu suivre aussi des fibres allant du noyau interne jusqu'au noyau du facial.

De plus, du noyau interne et du noyau de Deiters des fibres gagnent *l'olive supérieure* (OS), et Edinger a décrit un faisceau unissant celle-ci au noyau de l'abducens (VI). Quant aux connexions de l'olive supérieure avec le cervelet, tout ce que l'on sait, selon Van Gehuchten, c'est qu'après la destruction d'un hémisphère du cervelet, on observe l'atrophie de l'olive du côté opposé du bulbe.

Du vermis supérieur, rendez-vous des fibres vestibulaires cérébelleuses, des fibres gagnent l'olive cérébelleuse ou corps denté (CD), puis le pédoncule cérébelleux *supérieur* puis le noyau rouge (NR) du côté opposé et, selon Russel, des deux côtés.

M. et Mme Déjerine (1) ont démontré qu'il n'y a pas de connexion directe entre le pédoncule cérébelleux supérieur et la corticalité cérébrale, le noyau rouge étant 1° en connexion *indirecte* avec la corticalité par l'intermédiaire de la *couche optique* (TH) au moyen de deux neurones 2° en connexion *directe* par un neurone cortico-rubrique. Il résulte donc de l'ensemble de leurs recherches que la voie cérébro-cérébelleuse qui passe par le noyau rouge et le corps denté du cervelet est, contrairement à l'opinion de Meynert, Flechsig et Hösel, non pas une voie directe, mais une voie indirecte composée au moins de trois neurones : un *neurone supérieur*, cérébral ou cortico-rubrique, constitué par les radiations du noyau rouge, un *neurone moyen* ou rubro-cérébelleux, constitué par le pédoncule cérébelleux supérieur, et un *neurone inférieur* ou cérébelleux, représenté par les fibres qui relient l'olive cérébelleuse (CD) à l'écorce cérébelleuse.

Un autre neurone (3ᵉ n) qu'on pourrait nommer « médullo-thalamique » unit les noyaux de Goll et de Burdach au thalamus, et, au moyen de celui-ci, à l'écorce pariétale.

De plus, du noyau interne et du noyau de Deiters partent d'autres systèmes de fibres, qui s'entrecroisent en avant du raphé, passent de l'autre côté, se mêlent aux fibres ascendantes médullo-thalamiques et aboutissent à l'écorce pariétale.

Quant à la position des noyaux internes, de Bechterew et de Deiters, 1° l'*interne* (I) (Clarke, Meynert, Huguenin) s'étale sous le plancher du quatrième ventricule, au-des-

1. J. et Mme J. Déjerine « *Sur les connexions du noyau rouge avec la corticalité cérébrale* ». C-R. Soc. de Biologie, 1895.

sus du noyau sensitif des nerfs vagues (X), qu'il continue d'ailleurs en dehors, s'étend au-dessus des noyaux du glosso-pharyngien (IX) et du vague (X) à mesure qu'ils s'enfoncent et atteint presque les noyaux de l'hypoglosse en dedans, recouvrant les noyaux de l'abducens (VI) et du facial (VII) placés au devant de lui. Sa partie voisine du raphé forme les petits *noyaux innominés de Clarke.*

2° Le noyau de *Bechterew* (B) est situé en arrière du corps restiforme (CR), en dehors du noyau interne.

3° Le noyau de *Deiters* (D) est placé en dedans du corps restiforme et en avant du noyau interne.

II. — HISTORIQUE

En abordant l'étude de l'historique des fonctions du labyrinthe, je me sentis accablé sous le poids de ma tâche, car aucun sujet de physiologie n'a donné lieu à plus de recherches, à plus d'expériences, à plus de discussions.

Le nombre d'auteurs qui y ont pris part s'élève au moins à cent quarante cinq ; de sorte que pour recueillir la vaste bibliographie et parcourir toute la littérature il aurait fallu plusieurs années d'un labeur assidu. Le temps qu'il m'a été permis d'accorder à mes expériences et à la rédaction de ma thèse ayant été comparativement court, je faillis tomber dans le découragement devant une littérature beaucoup plus vaste que je ne m'y attendais.

Je pensais ne jamais pouvoir donner un historique et une bibliographie aussi complets que je l'eusse voulu. Cependant la chance fit tomber entre mes mains un excellent article de M. L. W. Stern *in « Archiv. für Ohrenheilkunde »* de nov. 1895, qui est une bibliographie du sujet par ordre chronologique jusqu'au mois de juillet 1895 et qui contient un Index alphabétique des noms d'auteurs. De plus — et c'est ce qui donne une grande valeur à l'article, — l'auteur après le titre de chaque ouvrage en résume en quelques mots les conclusions. Cette

bibliographie devient donc un historique résumé du sujet. Je la traduirai, avec la permission de l'auteur, j'y ajouterai quelques articles qui ont été omis ou qui ont paru depuis l'année 1895 et j'en ferai la bibliographie de cette thèse. Comme historique elle eût été un résumé insuffisamment clair pour ceux qui n'ont pas étudié cette question de près, mais elle me permettra de ne développer dans cet historique que les théories principales, celles dont l'influence a été grande et qui ont réuni le plus de suffrages.

L'historique s'ouvre par un nom français que je ne citerai que pour mémoire. En effet, *Du Verney* en 1683 compara chaque canal semi-circulaire à l'ensemble de deux trompettes courbes et abouchées par leur embouchure et dont les différentes sections correspondraient à des sons de hauteurs différentes venant y résonner. L'idée a le seul mérite d'être amusante.

Il faut faire un saut de plus d'un siècle pour arriver à *Scarpa* qui, en 1789, émit l'hypothèse que les canaux semi-circulaires étaient l'organe destiné à recueillir les sons transmis par le crâne.

Quelques années plus tard, en 1802 *Autenrieth* fit des canaux *l'organe de l'orientation auditive.*

Mais il faut arriver à l'année 1824, alors que l'expérimentation scientifique commençait à faire ses preuves et à détrôner la méthode purement spéculative, pour voir entrer dans l'arène le célèbre physiologiste français qui fit faire le premier pas important dans l'historique des canaux semi-circulaires — j'ai nommé *Flourens*. Ses expériences furent faites sur des pigeons et des lapins et leurs résultats, con-

firmés par la très grande majorité des physiologistes, sont les suivants : La section ou la piqûre des canaux semi-circulaires *ne détruit pas l'ouïe*, *mais produit des troubles de l'équilibre*, surtout quand la lésion est bilatérale. Les *mouvements de pendule de la tête* dans la direction du plan du canal lésé sont très caractéristiques. Si l'on coupe les canaux *horizontaux*, l'animal tourne la tête alternativement à droite et à gauche ; de plus, il ne peut marcher droit, mais tourne en cercle — *mouvement de manège* de Flourens. Les mouvements de la tête ont lieu surtout quand l'animal va exécuter un mouvement ; quand il est au repos, ils sont moins prononcés. Ces phénomènes peuvent durer des mois.

La section des canaux *transversaux* produit un mouvement bien marqué de la tête de haut en bas, et l'animal lui-même tombe fréquemment en avant ou en arrière.

La section des canaux *sagittaux* produit également ces mouvements de la tête de haut en bas, et l'animal tombe souvent en avant.

Quand *tous les canaux* sont coupés, des mouvements de pendule variés de la tête se produisent et la station debout est souvent impossible.

Flourens revint en 1842 sur ces expériences et fut frappé de la violence avec laquelle s'effectuaient les mouvements désordonnés de la tête, du corps et des membres.

Il fut amené par cette constatation à définir l'appareil des canaux l'*organe périphérique dans lequel résideraient les forces modératrices des mouvements*, les forces coordinatrices appartenant au cervelet et le pouvoir excitateur au cerveau.

Flourens divisa donc le nerf acoustique en deux nerfs distincts, le *nerf cochléaire* pour le limaçon, ou nerf auditif propre, et le *nerf des canaux semi-circulaires*, présidant à la modération de la force excito-motrice et par suite à la coordination motrice et à l'équilibre.

Harless, en 1846, confirma les expériences de Flourens et soutint que les symptômes observés ne dépendent nullement de sensations auditives.

Schiff, en 1859, s'éleva énergiquement contre la théorie de Flourens et se refusa à admettre la division du nerf auditif en deux nerfs distincts. De plus il nia le fait observé la même année par Brown-Séquard sur la production des troubles moteurs après la lésion du nerf auditif.

Brown-Séquard, en 1860, incline vers l'interprétation des phénomènes de Flourens par un *vertige auditif*, quoiqu'il n'admette pas que les canaux semi-circulaires soient *directement* engagés dans la production des mouvements désordonnés; ceux-ci pour lui seraient dûs à une action réflexe par irritation de certaines fibres contenues dans le nerf vestibulaire.

Mais, l'année suivante, les faits cliniques viennent corroborer les données expérimentales. *P. Ménière*, directeur de l'Institut des sourds-muets de Paris, publia dans la *Gazette Médicale* de nombreuses observations d'une maladie de l'oreille interne donnant lieu à des symptômes de vertige, nausées et vomissements, incoordination, bourdonnements, suivis tôt ou tard de surdité. Dans le cas d'une jeune fille ayant eu une suppression brusque des règles « *a frigore* » suivie des symptômes cités et

qui mourut en quelques jours, l'autopsie révéla la présence dans les canaux semi-circulaires d'une *masse plastique rougeâtre* Les autres parties de l'oreille interne étaient intactes.

La même année que Ménière fit cette observation concluante, *Hillairet* présenta à la Société de Biologie une note sur les « *lésions de l'oreille interne, action réflexe sur le cervelet et les pédoncules* ».

En 1862, *Vulpian et Signol* présentèrent à la Société de Biologie l'observation d'un coq, qui, dans une lutte, ayant reçu un violent coup de bec sur la tête, éprouvait des vertiges avec propulsion en avant, mouvements rotatoires de gauches à droite, et qui à l'autopsie présentait une nécrose du temporal droit, et une destruction complète des canaux semi-circulaires du même côté.

En 1866, dans ses « leçons sur la physiologie générale et comparée du système nerveux » *Vulpian* attribue les troubles consécutifs à la lésion des canaux à un *désarroi auditif.* Il se rapproche donc de l'idée de Brown-Séquard.

Goltz, en 1869-70, reprit les expériences de Flourens et fit des canaux semi-circulaires l'*organe de l'équilibre.* Il essaya de préciser la manière dont ces canaux peuvent prendre part au maintien de l'équilibre du *corps.* Ils ne serviraient, selon lui, qu'*indirectement* à cet équilibre, en ayant pour fonction directe de ne maintenir que l'équilibre de la *tête.*

L'endolymphe exercerait une *plus forte pression sur les parois des ampoules, quand dans les mouvements de la tête ces ampoules se trouvent situées plus bas.* Cette pression exciterait les nerfs des ampoules, et les sensa-

tions produites par cette excitation serviraient à équilibrer la tête. Les mouvements désordonnés du *corps* observés chez les pigeons après la lésion des canaux seraient donc secondaires.

En 1872, *Böttcher et Lussana* prétendirent que la section des canaux *faite avec soin* ne produisait aucun trouble de l'équilibre; que les phénomènes obtenus par les expérimentateurs étaient dûs au traumatisme et à l'arrachement des fibres des pédoncules cérébelleux par traction sur les canaux et le tronc nerveux. Ces objections, motivées par la technique opératoire de Goltz, ne peuvent plus être soutenues. Dans le chapitre de la discussion nous verrons quelle est leur valeur.

Lœwenberg, en 1873, exécuta un grand nombre d'expériences sur des pigeons, surtout sur le canal horizontal et le transversal.

Il ne se borna pas, comme Flourens, à de simples lésions de ces canaux; il les excitait tantôt mécaniquement, tantôt chimiquement. Il fit aussi une série d'expériences dans lesquelles, en même temps que les lésions des canaux, il produisait des lésions des différentes parties du cerveau. Il répétait les mêmes expériences pendant la narcose. Il arriva aux conclusions suivantes :

1° Les troubles de locomotion produits par la lésion des canaux sont dûs à une *excitation et non à une paralysie*.

2° L'excitation des canaux produit les mouvements convulsifs *par voie réflexe*, sans aucune participation de la conscience.

3° La transmission de cette excitation réflexe se fait dans les couches optiques.

Mach, en 1873-74-75, fit chez les animaux et chez l'homme l'étude expérimentale très variée du vertige rotatoire que Purkinje avait déjà expliqué par des perturbations mécaniques produites dans le cerveau. Il plaçait la personne en expérience dans une chaise qu'il pouvait incliner à des angles différents ; cette chaise elle-même était placée dans un cadre qui tournait autour d'un pivot. Tout l'appareil est enfermé dans une grande cage en papier de façon à masquer au sujet la vue des objets extérieurs.

Si on imprime au corps un mouvement de rotation rapide, il arrive un moment où l'on ne sent plus cette rotation ; ce moment a lieu quand la rotation devient *uniforme*. Le mouvement de rotation n'est senti que lorsque la rotation *s'accélère* ou est *retardée* ; il en est de même dans les mouvements passifs de progression.

Mach en conclut que nous sentons, non la vitesse du mouvement communiqué, mais uniquement les *accélérations angulaires* (rotation) ou *rectilignes* (progression) de cette vitesse.

A cette sensation fait place, quand on ralentit et surtout quand on arrête brusquement la rotation, une sensation de rotation dans une direction opposée et, si l'arrêt est très brusque, il y a du mal de tête, des nausées, et il semble que la tête tourne avec difficulté dans une sorte de bouillie épaisse.

Cette sensation de contre-rotation disparaît quand on remet l'appareil en mouvement dans le même sens que primitivement.

En outre, un fait à noter, c'est que la sensation de ro-

tation persiste un certain temps après la disparition de l'excitant (accélération angulaire) ; il y a donc pour ces sensations, comme pour celles de la vue et de l'ouïe, une sensation consécutive.

Pour ces sensations de rotation, Mach démontra que la position de la tête joue un rôle essentiel dans l'appréciation du sens de la rotation. Ainsi, pendant que l'appareil est en train, si on incline la tête, la rotation de tout le corps nous paraît se faire suivant l'axe de la tête. Ce qui prouve bien que c'est l'inclinaison de la tête qui joue le rôle prépondérant, c'est qu'en imprimant des mouvements oscillatoires au tronc, la tête restant immobile, ces illusions du mouvement n'ont pas lieu et le vertige ne se produit pas.

Les sensations consécutives à une rotation passive déterminent des mouvements de sens opposé au sens de la rotation présumée.

D'après M. Beaunis (1), il s'agirait là probablement de sensations très complexes et dont l'analyse serait presque impossible à faire à cause du grand nombre de conditions qui se trouvent en jeu. Nous verrons cependant que M. Delage y est parvenu.

Cependant pour M. Mach, il y aurait six sensations de rotation dont chaque paire répondrait à des directions opposées ; l'organe de ces six sensations serait les six ampoules des canaux semi-circulaires.

Il conclut :

1° Que les phénomènes de Flourens et ceux de Purkinje sont produits par les mêmes causes.

1. H. Beaunis. *Les sensations internes*. F. Alcan, Paris.

2° Que les nerfs distribués dans les canaux peuvent nous avertir des *accélérations angulaires* (rotation) du mouvement par une *sensation spécifique de rotation.*

3° Que la *pression dans le sens opposé* au mouvement, produit, pendant chaque accélération angulaire des canaux, les sensations de mouvement suivies de *mouvements compensateurs.* Ce sont ces mouvements compensateurs qui produisent le vertige de Purkinje et les phénomènes de Flourens.

Breuer, en 1874, fit des canaux l'*organe des sensations de mouvement.* Il admit qu'il se produit un déplacement de l'endolymphe en sens inverse du mouvement.

Crum-Brown, en 1875, édifia sa théorie, du *sens de la rotation* dont M. Y. Delage fit plus tard une étude si minutieuse et si complète (voir p. 63).

En 1877, *Schwartze* rapporta un cas d'opération mastoïdienne au cours de laquelle fut produite une lésion accidentelle du canal semi-circulaire horizontal. Elle eut pour conséquence le vertige, des vomissements, des troubles d'équilibre. Lésion ou inflammation secondaire des parties centrales n'a pas eu lieu.

En 1878, DE *Cyon*, après de nombreuses recherches sur les fonctions des canaux semi-circuluires, fit une nouvelle théorie fort attrayante et qui réunit quelques suffrages. Son travail mérite d'être analysé en détail.

Il chercha d'abord à déterminer l'influence qu'une position anormale de la tête pouvait exercer sur la régularité des mouvements du corps. « En effet, dit-il, les mouvements désordonnés de la tête étant le symptôme dominant d'une lésion des canaux, il était de première néces-

sité de décider si la perte de l'équilibre du corps n'était qu'une suite indirecte de ces mouvements. » Comme l'avait déjà fait Longet, il sectionna chez le chien les trois muscles droits postérieurs de la nuque : chez la plupart des chiens, impossibilité presque complète de se maintenir debout, et pour établir davantage que la perte de l'équilibre provient uniquement des oscillations de la tête, il fixa celle-ci par un collier, et les mouvements disparurent instantanément.

Dans le même ordre d'idées, il produisit chez les pigeons des attitudes anormales de la tête, en la fixant par quelques sutures à la peau, de manière à ce que le bec fut tourné en l'air, tandis que l'occiput était dirigé en bas. Dans ce cas, les pigeons se comportaient exactement comme après la section des canaux semi-circulaires : même difficulté de maintenir l'équilibre, mêmes mouvements de manège, mêmes culbutes dans l'un ou dans l'autre sens, mêmes efforts pour trouver dans la tête ou dans la queue un troisième point d'appui.

Puis, pensant que l'attitude de la tête ne joue ici de rôle qu'autant qu'avec les changements de cette position, doivent aussi varier les notions que l'animal se forme sur la distribution des objets qui l'entourent et sur la position de son corps dans l'espace, il produisit un strabisme subit en fixant devant les yeux des pigeons des lunettes à verres prismatiques ; immédiatement des troubles de coordination furent provoqués : les mouvements des pigeons devinrent hésitants et sans assurance ; ils n'osaient plus voler, trébuchaient en marchant, etc.

De Cyon fit ensuite des expériences sur les canaux des

pigeons, des grenouilles, des lapins et des lamproies.

Chez les pigeons la section des canaux lui donna les mêmes résultats qu'obtint Flourens, et il remarqua qu'il suffisait de fixer le bec du pigeon opéré, en l'appuyant par exemple sur un doigt, pour qu'immédiatement tous ces mouvements désordonnés cessassent. Il va sans dire que le vol devient très difficile après la section de deux canaux symétriques et absolument impossible après la section de quatre ou des six canaux.

Les expériences de DE Cyon sur les grenouilles démontrent que chez ces animaux aussi, les mouvements qu'on observe varient d'après le canal opéré, et sont toujours caractérisés par des troubles de l'équilibre.

Ensuite, pour obtenir un changement de pression dans l'intérieur des canaux semi-circulaires membraneux, et vérifier la valeur de l'hypothèse de Goltz, il ouvrit les canaux osseux dans plusieurs endroits, et il absorba la périlymphe au moyen d'un petit morceau de papier buvard : aucun des phénomènes de Flourens ne se présenta *immédiatement* après cet écoulement. Selon lui, *ce n'est que quelques jours après*, par inflammation consécutive que des troubles dans la locomotion peuvent être observés.

Il ouvrit également avec une épingle l'utricule ou le saccule; la périlymphe et l'endolymphe s'écoulèrent diminuant beaucoup la pression intérieure des canaux membraneux, et pourtant aucun phénomène de Flourens ne se manifesta.

Dans une autre série d'expériences il pratiqua dans les canaux osseux des injections d'une solution tiède de gé-

latine enveloppant ainsi les canaux membraneux d'un moule inflexible. Cette immobilisation des canaux ne produisit par elle-même aucun des phénomènes de Flourens.

L'introduction de petits bâtonnets très minces de laminaria dans le canal osseux ne donna pas plus de résultats. L'imbibition et le gonflement de ces bâtonnets comprimaient pourtant d'une manière assez considérable les canaux membraneux.

Pour répondre à Mach qui voulait que les canaux semicirculaires fussent des organes destinés à indiquer chaque accélération de rotation de la tête par une sensation spécifique de rotation, il sectionna les deux nerfs acoustiques chez les lapins et les soumit aux rotations sur un excentrique : il obtint les mêmes symptômes de vertige que ceux que Mach a observés chez le lapin normal. « Tout le système de raisonnements, dit DE Cyon, par lequel Mach et Crum-Brown sont arrivés à voir dans cette observation la preuve de leur théorie ; tout ce système, dis-je, devient insoutenable par le fait que les mêmes mouvements se produisent quand toute communication entre les canaux et le cerveau est rompue ». Le vertige rotatoire de Purkinje ne dépend donc pas des canaux semi-circulaires, mais bien des perturbations du cerveau.

Plus loin, DE Cyon dit : « La théorie de Mach, Crum-Brown et Breuer exige que parmi les canaux verticaux, le canal vertical postérieur d'un côté (canal transversal) ait pour corollaire de ses fonctions le canal vertical supérieur (canal sagittal) de l'autre côté...

M. Breuer dit que si on sectionne ces deux canaux, les

mouvements désordonnés de la tête et du corps se produisent instantanément.

Mes expériences sont en contradiction complète sur ce point. La section nette de chacun de ces canaux ne produit que des *phénomènes passagers* qui appartiennent à leur section unilatérale ».

De Cyon s'adressa ensuite aux lapins dans l'espoir d'obtenir des indications précises sur les rapports entre les canaux semi-circulaires et les mouvements des globes oculaires, car ces mouvements sont très prononcés chez le lapin. Il observa que le nystagmus est très prononcé, surtout quand la tête est immobilisée et a toujours lieu dans les deux yeux, même quand l'excitation a porté sur un seul canal. Point important, sa direction diffère suivant le canal opéré : par l'excitation du canal horizontal on produit une rotation de l'œil du même côté, telle que la pupille se trouve dirigée en avant et en bas ; celle du canal transversal produit une déviation de l'œil avec la pupille dirigée en arrière et un peu en haut; celle du canal sagittal, en arrière et en bas. L'excitation d'un canal produit toujours les mouvements oculaires dans les deux yeux; mais, dans le globe du côté opposé au canal atteint, les mouvements ont lieu dans le sens contraire à ceux du globe de l'autre côté. La pupille se contracte du côté où a lieu l'excitation et reste dilatée du côté opposé. Au moment même de l'excitation, la contraction des muscles moteurs du globe a un caractère tétanique : les yeux restent violemment déviés dans les sens indiqués; immédiatement après, ils commencent à exécuter des mouvements oscillatoires dans le sens opposé.

Je laisse la parole à M. de Cyon qui résume sa théorie ainsi : « Etant donné, d'une part, que nos représentations touchant la disposition des objets dans l'espace dépendant surtout des *sensations inconscientes* d'innervation ou de contraction des muscles oculo-moteurs, d'autre part que chaque excitation, même minime, des canaux semi-circulaires produit des contractions et des innervations des mêmes muscles, il est incontestable que les centres nerveux dans lesquels aboutissent les fibres nerveuses qui se distribuent dans les canaux sont en relation physiologique intime avec le centre oculo-moteur, et que, par conséquent, leur excitation peut intervenir, d'une manière déterminante, dans la formation de nos notions sur l'espace . . . .

On peut dire que *les canaux semi-circulaires sont les organes périphériques du sens de l'espace;* c'est-à-dire que les sensations provoquées par l'excitation des terminaisons nerveuses dans les ampoules de ces canaux servent à former nos notions sur les trois dimensions de l'espace. Les sensations de chaque canal correspondent à une de ces dimensions.

A l'aide de ces sensations, il peut se former dans notre cerveau la représentation d'un *espace idéal* sur lequel seront rapportées toutes les perceptions de nos autres sens qui concernent la disposition des objets qui nous entourent et la position de notre corps parmi ces objets...

L'illusion d'un mouvement apparent doit se produire toutes les fois qu'il y a désaccord entre notre perception et notre représentation de l'espace idéal, d'où vertige.

De plus, de Cyon, ayant observé à l'instar de Flourens,

la violence excessive des mouvements après la section des canaux, est d'avis qu'il faut l'attribuer à *l'absence du pouvoir régulateur* de la force excito-motrice. Et il en conclut que les centres nerveux auxquels aboutissent les sensations transmises par les canaux, interviennent d'une manière quelconque dans la distribution de la force d'innervation.

M. *Duval*, en 1880, fit une étude anatomique qui montre qu'il existe deux faisceaux bien distincts du nerf acoustique. Le faisceau antérieur est le *nerf de l'espace* de DE Cyon.

En 1881, *Baginsky* s'éleva contre la fonction d'équilibre des canaux semi-circulaires. Il injecta du liquide dans la caisse du tympan et obtint du nystagmus et d'autres troubles moteurs. D'après lui il se produisait toujours soit une lésion du cervelet, soit une déchirure de la fenêtre ronde, déchirure qui ouvrait la voie vers le cervelet.

Plus tard il revint sur ce sujet et prétendit que les symptômes de vertige ne sont pas dûs à une irritation du nerf vestibulaire et que les symptômes de la maladie de Ménière relèvent constamment d'une affection du cerveau.

Pour expliquer les symptômes qui se manifestent après la section des canaux membraneux chez les pigeons, il appuie sur le fait que l'aqueduc du vestibule qui fait communiquer l'espace endolymphatique avec l'espace sub-dural est très large chez ces animaux; de sorte que la section de chaque canal produit subitement une décompression endocranienne.

En 1882, *Kiesselbach* eut des résultats négatifs en sec-

tionnant les canaux chez les carpes et les tanches et se joint à Baginsky.

Viguier, en 1882, émit une théorie qui explique mieux que toute autre les faits quelquefois observés d'animaux regagnant leur demeure en ligne droite à travers des pays inconnus.

Malheureusement cette théorie n'est étayée par aucun fait expérimental.

Pour cet auteur les canaux semi-circulaires seraient l'organe du *sens d'orientation* ou de *direction* dont l'excitant physiologique serait le *magnétisme terrestre*.

M. Viguier s'exprime ainsi :

« Quelle peut donc être la force physique, partout présente, aussi bien dans les hauteurs de l'atmosphère que dans la profondeur des flots, qui pourra diriger les légions errantes des animaux migrateurs ? Il n'en existe, à mon avis, qu'une seule, celle qui nous sert aussi à diriger nos navires sur les mers, je veux dire le *Magnétisme terrestre*.

. . . .

On peut admettre qu'un lieu serait déterminé, pour un animal doué d'un sens magnétique aussi complet que nous pouvons le supposer, par la valeur des actions magnétiques en inclinaison et en déclinaison, tout aussi nettement qu'il le serait pour nous par l'intersection d'une ligne isocline et d'une ligne isodyname données. Ces conditions magnétiques une fois bien connues, l'animal sera toujours capable de revenir directement à ce point. Transportez-le aux distances les plus considérables, faites lui décrire les circuits les plus compliqués, narcotisez-le même pendant le transport, il pourra toujours revenir à son point de

départ; car ce n'est qu'en s'en rapprochant que toutes les conditions magnétiques reviendront à la valeur qu'elles ont en ce lieu. . . . .

Le sens magnétique, en effet, ne saurait évidemment, dans les conditions où je l'admets, indiquer autre chose qu'une *direction générale*, suffisante pour ramener l'animal dans le même district, où il se reconnaîtrait dès lors à l'aide de ses autres sens, principalement sans doute l'*odorat* et la *vue*.

En effet, lorsque, de deux sens susceptibles de s'entr'aider, l'un donne des impressions beaucoup plus nettes que celles fournies par l'autre, les impressions du premier tendent à éclipser celles du second; et ce n'est que dans les cas où les premières sont empêchées, que les dernières prennent une certaine valeur...

Si nous nous souvenons en même temps que tous les sens se perfectionnent par l'exercice, et deviennent de moins en moins délicats par suite du défaut d'usage, nous comprendrons comment le sens de direction paraît si peu développé chez la plupart des hommes...

Il est fort possible que les sensations de ce sens appartiennent à la classe des *sensations inconscientes* qui entrent pour une si grande part dans nos processus mentaux. »

M. Viguier fait remarquer de plus que la disposition des canaux est constante chez tous les Vertébrés, que seulement chez les poissons inférieurs on observe une dégradation de cet appareil : il n'y a plus que deux canaux chez les lamproies et un seul chez les myxines, il n'en existe pas de trace chez l'amphioxus ; on ne

connaît non plus rien d'analogue chez les Invertébrés.

L'auteur ajoute : « Relativement à la théorie que j'expose, on peut observer que les lamproies et les myxines vivent ordinairement fixées sur leurs victimes ; et c'est ainsi que l'on voit les premières remonter les rivières à l'époque du frai, principalement portées par les aloses. Quant à l'amphioxus, il vit enfoui dans le sable, et un organe de direction ne lui servirait évidemment à rien.

« Pour ce qui est des Invertébrés, la question est plus délicate ; mais, bien que M. Lubbock et d'autres auteurs pensent que les abeilles et les guêpes se retrouvent à l'aide d'un sens de direction, on n'a encore évoqué aucun fait absolument inexplicable à l'aide des autres sens ; et tous les cas de retour bien constatés et de migrations régulières ont été observés chez les Vertébrés. »

Ensuite M. Viguier entre dans une discussion sur le fonctionnement des canaux semi-circulaires et du sens de l'espace, et il considère, avec M. Lewes (1) que notre notion d'espace est une notion *a posteriori*, qui dérive des sensations éprouvées pendant toute l'évolution de la série ancestrale à l'aide de la vue, du toucher et du mouvement.

« Cette notion, dit-il, ne serait donc point liée à un organe de forme déterminée, comme les canaux semi-circulaires qui n'existent que chez un nombre fort limité d'animaux ; tandis que la notion d'espace paraît commune à tous les animaux, même les plus inférieurs. . . . .

La contradiction disparaît par mon interprétation ; puisque, suivant moi, le *sens magnétique* ne serait développé

1. Lewes. *Nature*, 10 avril 1873.

que chez les Vertébrés (seuls pourvus de canaux); tandis que la *notion d'espace* serait commune à tous les animaux. . .

Il ne s'en suit pas que, chez les animaux pourvus de canaux semi-circulaires, un certain nombre des impressions qui concourent à former la notion de l'espace ne vienne point par ces organes. »

M. Viguier considère donc les canaux comme des organes qui nous donnent des *sensations toujours de même nature, mais qui peuvent entrer dans la formation de notions diverses.*

Il explique ainsi l'action du magnétisme terrestre sur les canaux semi-circulaires :

« Je suppose donc que le magnétisme terrestre détermine dans l'endolympe des canaux de véritables *courants induits*, dont l'intensité varie avec la position de ces canaux par rapport aux directions des aiguilles d'*inclinaison* et de *déclinaison*, et avec l'intensité des phénomènes magnétiques. . . .

L'animal serait ainsi incessamment renseigné sur les déplacements de sa tête dans chacun des trois plans perpendiculaires ; et, en outre, la tête se trouvant dans sa position normale et orientée dans le même sens, sur l'intensité des actions magnétiques. Ces sensations, ordinairement inconscientes, comme un grand nombre d'impressions kinesthésiques, seraient peut-être, comme elles, susceptibles d'éveiller dans quelques cas un certain degré de conscience. Elles seraient évidemment capables de nous donner les renseignements pour lesquels M. Crum-Brown a imaginé son *sens de*

rotation, et pourraient ainsi concourir à former notre notion de l'espace (sens de l'espace de DE Cyon). Enfin, leur inversion brusque et fréquemment répétée entrerait sans doute comme facteur dans les *phénomènes de vertige*. Si, en effet, notre théorie est exacte, à chaque révolution complète dans un des trois plans des canaux, il y a inversion des courants et retour à l'état primitif; et ces variations se succédant fréquemment, doivent être susceptibles de déterminer une perturbation particulière, qui ne s'arrêtera point au bout de quelques tours, comme dans les autres théories, mais se prolongera pendant tout le temps de la rotation; et devra, dès lors, donner des effets proportionnels à sa durée. »

M. *Y. Délage*, en 1886, fit sur l'homme des expériences statistiques et dynamiques. Il reprit les expériences de rotation de Mach et en fit une étude des plus ingénieuses et des plus précises.

Ses sujets furent placés dans *l'attitude allongée*, tandis que Mach les faisait asseoir dans une chaise.

Je ne puis mieux faire que de donner le *résumé* et les conclusions de l'ouvrage tels que l'auteur les a écrits lui-même.

« Le principe, dit M. Delage, dont je suis parti, est celui-ci : Nous ne savons interpréter les notions frustes fournies par nos sens que lorsque ceux-ci fonctionnent dans les conditions habituelles. Si on les place dans des conditions exceptionnelles, l'impression physique est modifiée et il se produit des illusions sensitives dans lesquelles la sensation que l'on croit percevoir est celle qui se serait produite si l'organe avait été impressionné de

la même manière dans les conditions habituelles de son fonctionnement.

On peut donc demander aux illusions sensitives, provoquées expérimentalement dans des conditions connues, des renseignements sur les sensations normales, sur leur siège et sur leur mode de production.

Dans ce cas particulier, j'ai cherché à déterminer quels changements apporterait aux sensations de direction, d'orientation et de mouvement, le fonctionnement anormal des canaux semi-circulaires obtenu par les attitudes anormales de la tête.

Il est bien évident que les sensations qui seront *modifiées* par ces attitudes anormales pourront appartenir à ces organes, tandis que celles qui resteront invariables leur seront étrangères....

Quand notre corps est au repos et que nos yeux sont fermés, quel est le sens qui nous donne le *sentiment des directions dans l'espace ?*

Lorsque notre tête est droite et que nos regards, à travers les paupières fermées, sont dirigés horizontalement devant nous, nous indiquons sans erreur toutes les directions de l'espace et nous nous rendons exactement compte de l'orientation de notre corps.

Si notre tête prend une attitude différente par rapport à l'un quelconque de ses axes, aussitôt nos jugements deviennent faux et nous indiquons les directions comme si l'espace avait tourné autour de notre tête immobile, et en sens inverse de 15° environ.

Cela prouve que l'organe au moyen duquel nous estimons les directions dans l'espace siège dans la tête.

Cet organe dépend-il de l'oreille interne ? Voici la réponse :

Si nous tournons le yeux sans tourner la tête, l'illusion se produit intégralement ; si nous tournons la tête en forçant le regard à rester dans l'axe de l'orbite, *toute illusion est abolie.*

L'illusion ne se produit, lorsque nous tournons la tête, que parce que, dans ce mouvement, instinctivement et à notre insu, nous tournons les yeux plus que la tête, ce qui équivaut à une rotation des yeux par rapport à la tête restée droite.

D'où je conclus que *nos sensations statiques de direction dans l'espace nous viennent par l'œil et non par les canaux semi-circulaires....*

Quel est l'organe qui nous renseigne sur l'orientation de notre corps ?

Si, partant de la verticale, nous nous donnons des attitudes de plus en plus penchées en arrière, nous portons d'abord des jugements assez exacts sur notre orientation.

Mais en approchant de l'horizontale nous nous croyons, contrairement aux assertions de Mach, plus inclinés en arrière que nous ne sommes en réalité. L'erreur s'accroît très vite et finit par dépasser 50 degrés.

Ces illusions se produisent sans que les canaux aient cessé de fonctionner dans les conditions normales, elles sont de sens contraire à celles que les mouvements des yeux tendent à produire ; on peut les modifier, sans rien changer à l'attitude de la tête ni par conséquent aux pressions labyrinthiques, en variant les sensations musculaires et cutanées de contact, d'appui, de soutien. Les

sensations correspondantes sont donc probablement *tactiles* et assurément *indépendantes des canaux semi-circulaires et de l'appareil oculo-moteur.*

Les mouvements de rotation imprimés à notre corps sont perçus avec une grande finesse. Lorsqu'ils sont de courte durée, nous sentons non pas seulement les *accélérations angulaires*, mais les *vitesses angulaires* et la *grandeur des angles parcourus.*

C'est seulement dans les *rotations prolongées* et en dehors des conditions ordinaires de la vie que la sensation disparaît pour un *mouvement uniforme* et que l'illusion d'une rotation en sens inverse se produit après l'arrêt. Même dans ces conditions expérimentales nous sommes toujours sensibles aux *variations de la vitesse* et non, comme le dit Mach, à celles de l'*accélération.*

Lorsque, pendant un mouvement de rotation, nous donnons à notre tête une attitude nouvelle, l'axe de rotation semble aussitôt dévier, *dans le même plan que la tête et d'un angle égal, mais en sens inverse.*

Nous attribuons à notre corps le mouvement qu'il aurait eu s'il était venu se placer dans l'attitude normale, sur le prolongement de la tête.

Cela prouve, comme l'avait reconnu Mach, que l'organe des sensations correspondantes est dans la tête.

Je démontre en outre que cet organe n'est pas l'œil, car les illusions concomitantes sont moins grandes et de sens contraire.

La nature des sensations, la durée du sentiment de rotation inverse après l'arrêt, prouvent que l'encéphale et

le liquide sous-arachnoïdien doivent aussi être mis hors de cause.

Il n'y a vraiment que les canaux demi-circulaires qui par leur structure anatomique, rendent compte aussi bien des illusions que des phénomènes normaux.

Une circulation effective de l'endolymphe, telle que l'avait admise Breuer, expliquerait tous les phénomènes et, puisqu'elle n'a pas lieu, il faudra trouver un mode d'excitation tout à fait équivalent, car toutes les explications proposées sont insuffisantes.

Les sensations de translation sont bien moins délicates que celles de rotation. Quelle que soit leur nature, uniforme ou variée, les mouvements de translation sont sentis intégralement par nous, avec tous leurs caractères de vitesse, d'étendue et de durée lorsqu'ils sont courts. Si leur durée se prolonge, la loi de Mach se vérifie, ils cessent d'être sentis lorsqu'ils sont uniformes et les accélérations seules se manifestent.

L'arrêt brusque ne donne lieu à aucune sensation de recul.

Les mouvements des yeux produisent, pendant la translation, les mêmes illusions qu'à l'état de repos, mais les changements d'attitude de la tête ne donnent naissance à aucune illusion. Cette différence avec ce qui se passe pendant les mouvements de rotation ne peut s'expliquer par une éducation plus complète des sensations labyrinthiques dans le premier cas. Il faut donc conclure que les sensations normales de translation n'ont pas leur siège dans la tête ni par conséquent dans les canaux semi-circulaires ou dans l'utricule.

Ces sensations paraissent être générales et produites par une sorte de mouvement intérieur de marée auquel prennent part les liquides et les organes solides doués de quelque mobilité.

En somme, il semble résulter, tant de nos propres recherches que de celles de nos devanciers, que :

1° Les canaux semi-circulaires ou l'utricule ne sont point l'organe de nos sensations de translation ; ce n'est point par eux que nous nous représentons l'espace avec ses trois dimensions, ce n'est pas à eux que nous devons d'en avoir acquis la notion ; ils ne commandent pas les mouvements réflexes provoqués par l'impression auditive ; ils ne constituent pas un sens de la direction qui nous permette, au milieu de nos pérégrinations dans l'espace, de retrouver à chaque instant la direction du point de départ ;

2° Ils ne contribuent à nous renseigner sur l'orientation de la tête et du corps qu'indirectement, et non par une sensation statique actuelle, mais par le souvenir du mouvement accompli et par leur action sur les mouvements des yeux ;

3° Leur fonction véritable, à la fois *sensitive* et *excito-motrice*, paraît être de nous renseigner sur les mouvements de *rotation* accomplis par la tête soit seule, soit avec le corps, et de provoquer, par voie réflexe, les mouvements des yeux compensateurs de ceux de la tête et les contractions musculaires correctrices nécessaires pour assurer notre équilibre et la précision de nos mouvements généraux.

Steiner, en 1886, enleva les canaux semi-circulaires chez

des squales sans produire aucun trouble moteur. En 1887, il soutint que les troubles moteurs ne sont jamais produits par une simple lésion des canaux, mais seulement quand on empiète sur le vestibule et qu'on produit une traction sur les racines du nerf acoustique.

Les symptômes pour lui sont des mouvements forcés et non pas perte de l'équilibre.

Breuer, en 1891, revint sur la question. Pour lui il y a des sensations spécifiques de position et de mouvement de translation dont les organes sont les appareils otolithiques et l'irritant physiologique la gravitation.

Fano et Masini, en 1894, prétendirent que les troubles de mouvement et d'équilibre qui suivent l'extirpation des canaux semi-circulaires ne sont pas en rapport avec leur position respective sur un des trois plans de l'espace. Ils auraient par l'extirpation de la cochlée atténué les troubles produits par la destruction des canaux et ils en concluent que ces troubles sont dûs à ce que l'organe de l'ouïe est lésé *partiellement* et envoie ainsi à l'organe central des excitations déformées et irrégulières.

Donc, pour eux la cochlée et les canaux semi-circulaires servent à l'audition, le rameau cochléaire et le rameau vestibulaire sont deux parties d'un même nerf.

Van Stein, la même année, fit une étude clinique des plus minutieuses sur les troubles de l'équilibre dans les maladies de l'oreille. Il compara les résultats obtenus avec ceux donnés dans les mêmes conditions par des personnes normales.

Sur des sujets ayant les yeux soit ouverts, soit fermés, l'auteur étudia : 1° L'*énergie statique* — la station avec les

jambes rapprochées, la station sur les doigts de pied, la station sur la jambe droite ou gauche, la station sur un plan oblique (cette dernière au moyen d'un appareil construit exprès, « le goniomètre ») ;

2° *L'énergie dynamique.* — La marche en ligne droite en avant et en arrière sur une snrface plane, le saut en avant et en arrière sur une jambe, la rotation autour de l'axe vertical du corps à droite et à gauche avec les jambes rapprochées, la rotation sur la jambe droite ou gauche.

Dans ces circonstances, les troubles de l'équilibre se produisent surtout dans les affections du labyrinthe, mais cependant, ils peuvent manquer malgré une surdité totale.

En outre, les trouble de l'équilibre furent observés, et cela très passagèrement, dans les maladies aiguës et chroniques de l'oreille moyenne, rarement dans celles de l'oreille externe, et alors leur cause réside dans une augmentation de pression labyrinthique ou dans une hyperhémie ou une inflammation concomitante du labyrinthe.

L'auteur fut amené à considérer les troubles de l'équilibre statique comme relevant d'affections de l'utricule et du saccule, les troubles de l'équilibre dynamique d'affections du système ampullaire.

M. Bonnier (1), laissant la voie expérimentale, s'adresse à une autre méthode pour arriver à l'explication du fonctionnement du labyrinthe. Il s'évertue à suivre l'évolution d'une même fonction, depuis son expression la plus simple jusqu'à sa formule la plus complexe, et à superposer les

1. P. Bonnier. L'oreille. *Encyclopédie des aide-mémoire.* Masson, Paris, 1896.

variations fonctionnelles aux transformations morphologiques de l'organe.

« De tous les appareils, dit-il, dont l'ensemble constitue l'organe auriculaire, certains sont accessoires et plus ou moins limités à différents niveaux de l'échelle organique ; d'autres, au contraire, sont constants et se retrouvent du haut en bas de la série. Il est donc utile de descendre cette série en dépouillant successivement l'oreille de ses formations organiques accessoires de protection, d'accomodation, d'adaptation au milieu, pour la réduire à ses formations élémentaires et essentielles. Nous voyons ainsi disparaître l'oreille externe, le conduit, l'appareil tympanique des membranes et des osselets, l'appareil pneumatique des cellules mastoïdiennes, de la caisse et de la trompe, puis l'appareil périlymphatique et la capsule labyrinthique. Réduit au récipient endolympathique, l'organe perd sa forme labyrintique; le limaçon est absorbé par le saccule, celui-ci se confond avec l'utricule, les canaux semi-circulaires s'effacent en sillons; le tout prend la forme d'un otocyste irrégulier, puis sphérique, puis ouvert à l'extérieur, et enfin la vésicule se transforme en une simple fossette. L'otolithe grandit, reprend son pédicule, et de la fossette qui s'efface sort sous forme d'une petite masse oscillante.

Le nerf labyrinthique, d'abord en rapport avec le cerveau postérieur, n'aboutit plus qu'à des ganglions cérébroïdes, puis se dissipe dans un plexus sous-ectodermique.

Le neuro-épithélium des papilles perd de son côté ses membranes operculaires ; les éléments épithéliaux adoptent une physionomie plus uniforme ; ce n'est plus qu'un

ectoderme cilié, tactile, qui peut se réduire à des éléments infusoriformes embrassés par les prolongements des éléments sous-ectodermiques.

C'est donc en dernière analyse à une *simple tactilité ectodermique* qu'il nous faut emprunter les éléments primordiaux de toutes les fonctions auriculaires que nous allons voir se former successivement. »

L'auteur passe en revue les différents modes de la tactilité. Ce n'est pas pour lui, tant la pression elle-même qu'apprécie la surface tactile, dont la sensibilité s'émousse vite, que la variation de la pression qu'elle subit.

Il montre que les surfaces *convexes mobiles* sont les plus avantageuses pour le sens tactile et que l'objet hors de la portée tactile immédiate ne pourra se révéler que s'il ébranle le milieu interposé.

Il définit le *toucher :* une sensation de contact déterminée par la variation de pression d'un milieu *solide ou fluide*, et propose les termes suivants :

1° *Perception sismesthésique* (de σεισμός, trépidation) : sensation de trépidation à caractère périodique produite par les variations de pression du *milieu solide;*

2° *Analyse baresthésique* (βάρος, poids) : analyse des variations de pression non périodique d'un *milieu fluide* produisant une perception de *pesanteur*;

3° *Sensation seisesthésique* (σεῖσις, ébranlement) ; sensation de variation de pression à caractère périodique produit par un *milieu fluide.*

« Ce sont en réalité, dit M. Bonnier, différentes formes de tact, mais il nous est indispensable de les définir et de les classer dès maintenant, car si le toucher proprement

dit reste l'apanage des formations tégumentaires externes ou internes, nous trouvons dans l'oreille les perceptions sismesthésiques, baresthésiques, et seisesthésiques précédant de beaucoup l'audition, qui n'est qu'une perception particulière de l'ébranlement du milieu, c'est-à-dire des variations périodiques de pression ».

L'auteur passe en revue :

1° Les *organes marginaux* chez les Cœlentérés. Quand il s'agit de perceptions tactiles pures ce sont des *prolongements tentaculiformes* doués de mouvements actifs ; pour les sensations sismesthésiques, seisesthésiques et de mouvement ce sont des *massues* courtes et solides, à fins pédicules, doués de mouvements passifs seulement.

2° Les *organes centraux* des Cténophores et des Cœloplanes, *excavations* contenant des otolithes que le moindre ébranlement du dehors, le moindre mouvement de l'animal fait osciller.

3° Les *otocystes*, parfaits chez les Annélides Polychœtes, sont de *petits sacs* contenant un ou plusieurs otolithes *libres*. Ils perçoivent les trépidations et la direction de la source de l'ébranlement, également la pression du liquide otocystique et ses variations, perception à laquelle M. Bonnier a donné le nom de *manoesthésique*.

De plus, la pesanteur des otolithes sur la paroi otocystique assure l'*orientation subjective*.

Il est intéressant ici de rappeler que dans ses recherches sur les Poulpes et les Crustacés, M. Y. Delage a démontré que la présence des otocystes était nécessaire pour assurer une locomotion directe.

4. Les *organes latéraux*, chez quelques Invertébrés,

mais surtout chez les Cyclostomes, les Poissons et les Amphibiens, sont des différentiations épidermiques, des sortes de papilles, qui sont distribuées selon deux lignes latérales à la surface du corps; d'autres lignes sont situées sur la tête et leurs organes sont orientés dans toutes les directions.

Ces organes perçoivent :

La pression et les variations de pression du milieu ambiant (perceptions *baresthésiques*) ;

Ces mêmes variations quand elles deviennent rapides et périodiques, perception des ébranlements (fonctions *seisesthésiques*).

Ils analysent l'incidence des ébranlements (*orientation objective*) ainsi que la distribution des variations de pression à la surface du corps selon les variations d'attitude, les mouvements et les déplacements de l'animal (*orientation subjective*).

Enfin, la résistance du milieu inerte au mouvement de l'animal qui se déplace (*sens de l'accélération*).

L'oreille n'est qu'un développement admirable de ces mêmes organes latéraux et les fonctions labyrinthiques dérivent des fonctions de ces organes.

5° Les *organes labyrinthiques* sont des appareils otocystiques dans lesquels l'*inertie du liquide* va peu à peu jouer le principal rôle dans la physiologie de l'organe.

M. Bonnier étudie les différentes formes d'appareils labyrinthiques en passant des simples aux complexes.

C'est ainsi qu'il passe du labyrinthe du Céphalopode, la seiche, qui fait la transition la plus directe entre l'oto-

cyste des Mollusques et l'oreille des Vertébrés, aux labyrinthes auriculaires proprement dits.

L'auteur conclut de ses recherches que l'utricule et les canaux semi-circulaires sont l'organe périphérique principal de l'*orientation subjective directe*, c'est-à-dire la faculté pour l'animal de reconnaître son attitude dans son milieu, son attitude par rapport à la pesanteur, les modifications de son attitude, les mouvements passifs ou actifs du segment qui porte les organes auriculaires, l'accélération, le sens et la durée de ces mouvements ; c'est, en un mot, la source sensorielle directe de l'exercice de l'équilibration réflexe ou voulue. Pour lui, les canaux nous donneraient aussi bien les sensations de translation que celles de rotation. En un mot, il accepte la théorie de Breuer.

M. Gilles de la Tourette dans ses leçons faites à l'hôpital Cochin en 1895 sur le « Vertige de Ménière et son traitement » et qui paraîtront bientôt dans la « *Semaine Médicale* », émit une hypothèse qu'il a bien voulu me communiquer. Il s'exprime ainsi :

« Il faut cependant dire, avant d'aller plus loin, que la cause déterminante du syndrome de Ménière ne réside pas toute ntière dans la compression du labyrinthe. Les affections auriculaires qui la réalisent sont très fréquentes et pourtant tous ceux qui en sont porteurs ne sont pas, heureusement d'ailleurs, des vertigineux. Un autre élément de premier ordre est nécessaire et celui-ci réside dans l'*hyperexcitabilité labyrinthique* très variable suivant les sujets au point qu'à compression égale il en est chez qui la surdité ou la diminution de l'ouïe traduit

ront seules la lésion anatomique, tandis que d'autres seront constitués vertigineux.

Il est difficile d'apprécier la cause intime de cette hyperexcitabilité. On a cru la trouver dans le tempérament des malades; les neurasthéniques, les hystériques, les névropathes en un mot, auraient des réactions labyrinthiques beaucoup plus accentuées que ceux chez lesquels l'élément neuropathique n'est que peu ou point marqué.

Nous verrons qu'il existe dans l'hystérie un vertige tout particulier; pour ce qui est de la neurasthénie nous croyons que bien souvent celle-ci est secondaire et non primitive, que dans tous les cas le vertige neurasthénique proprement dit n'a rien à faire avec le syndrome de Ménière dont nous nous efforcerons d'ailleurs de le différencier. Quelle que soit l'interprétation qu'on adopte il n'en reste pas moins que l'*hyperexcitabilité* du labyrinthe est nécessaire dans l'espèce et qu'elle joue dans la pathogénie du syndrome un rôle au moins aussi considérable que la compression qui la met en œuvre. »

C'est d'ailleurs, selon M. Gilles de la Tourette, probablement en détruisant cette hyperexcitabilité que la quinine donne ses bons résultats dans le vertige auriculaire.

Ewald, depuis 1887, étudie les rapports entre l'oreille interne et les mouvements du corps. Il obtint les résultats suivants (1).

Il enlève le labyrinthe chez le chien, puis les couches les plus superficielles de la zone excitable des deux côtés

1. Voir F. Santschi. *La zone excitable du cerveau et le labyrinthe. Revue Scientifique*, 8 mai 1897.

du cerveau *correspondant aux membres antérieurs et postérieurs*. Tant qu'il reste une zone excitable, les troubles ordinaires disparaissent au bout de quelque temps, et le chien peut marcher, courir, sauter et exécuter des mouvements d'initiative (par ex.: donner la patte, enlever un bandeau qu'on lui met sur les yeux, etc.) Quand les deux zones excitables ont été enlevées, alors les troubles et perturbations sont intenses.

Le chien ne peut ni marcher, ni sauter, ni courir, ni même se tenir debout; *la tête n'est pas atteinte au même degré que le reste du corps, car la zone excitable correspondante n'a pas été enlevée.*

Le chien réapprend peu à peu à se lever, à marcher et même à courir si on ne le prive pas de la lumière, mais il lui manque tout mouvement réflexe compliqué (donner la patte, etc.) Si on interrompt la lumière, il s'affaisse et devient tout à fait impuissant.

Pour M. Ewald les statolithes (otolithes du saccule et de l'utricule) nous renseignent sur la progression de notre corps, et les excitations nerveuses, dues au mouvement de l'endolymphe dans les canaux demi-circulaires, sur les rotations de la tête.

Mais l'auteur ne pense pas que cela suffit à expliquer tous les troubles non acoustiques provoqués après l'enlèvement des labyrinthes; ses animaux ont présenté des troubles de tout autre nature, et concernant toute la musculature striée. Ces troubles se manifestent: 1° par une *diminution remarquable de la force musculaire;* ainsi à Naples, l'auteur a vu des requins qui demandaient quatre bras vigoureux pour les maintenir, se lais-

ser faire par une seule main après la section des nerfs acoustiques, et pourtant, après l'enlèvement de grandes pièces du cervelet, ce qui constitue une opération plus grave, cet affaiblissement musculaire n'est pas survenu.

2° Les mouvements manquent de coordination, surtout quand ils exigent une grande précision comme pour le saut, le vol, etc. Cette incoordination trahit le manque de sensibilité musculaire et M. Ewald l'explique par une hypothèse appuyée sur certaines observations biologiques.

Il suppose que les incitations continuelles partant du labyrinthe produisent des excitations de certaines parties du système nerveux central, et que celui-ci agit de son côté continuellement sur les muscles et produit en eux le « *tonus labyrinthal.* »

La musculature, sans ce tonus, est anormale ; cette anomalie se manifeste par la perte de la sensibilité musculaire, par l'amoindrissement de la force et de la précision des mouvements.

Vice versa, le *tonus labyrinthal* renforcé aboutit à la contraction, et la manière de fonctionner du labyrinthe consiste à augmenter ou à diminuer ce tonus particulier dans tels ou tels groupes de muscles, suivant les mouvements de la tête.

Enfin, à mesure qu'un animal est placé plus haut dans l'échelle des Vertébrés, le manque du tonus labyrinthal est plus aisément compensé après un certain espace de temps ; non que les troubles soient moindres chez les animaux supérieurs, bien au contraire, ils sont beaucoup

plus manifestes ; mais parce que chez ces animaux les troubles diminuent plus rapidement et plus complètement.

Ainsi chez la grenouille privée de ses deux labyrinthes les troubles musculaires se maintiennent les mêmes quelque soit le laps de temps qu'on lui donne à vivre après l'opération.

Chez le pigeon ces troubles perdent peu à peu de leur intensité, de même chez les chiens qui se remettent si bien et si vite. Chez l'homme on a réussi à constater quelques cas d'absence des labyrinthes avec des troubles insignifiants.

Selon M. Ewald, après l'extirpation des labyrinthes, la diminution des troubles ne peut provenir que de ce que, en réalité, ils ne se perdent pas du tout, mais deviennent seulement *latents* ; la fonction anéantie est compensée par d'autres fonctions, et n'est rétablie qu'en apparence.

Mais quelles sont les fontions qui puissent fournir cette compensation ? M. Ewald croit avoir démontré par ses expériences que c'est d'abord le *sens tactile*, puisque chez le chien l'extirpation de la zone excitable correspondant aux extrémités fait reparaître les troubles devenus latents après l'extirpation des labyrinthes.

Nous avons vu qu'il n'enlève que les couches les plus superficielles de la zone excitable, celles qui, pour Horsley, seraient le siège des sensations tactiles.

L'auteur anglais, en effet, admet que le faisceau sensitif s'irradie en partie dans les zones rolandiques et que là il y a une stratification des sensations : les tactiles siégeant dans les couches superficielles, le sens musculaire

dans les couches moyennes, tandis que la motricité est représentée par les grandes cellules pyramidales.

Mais si chez les grenouilles et les pigeons quelques mois après l'extirpation des labyrinthes, on peut enlever tout le cerveau sans observer qu'une différence à peine perceptible dans les mouvements locomoteurs, c'est que la zone excitable correspondant aux extrémités ne peut être indiquée avec certitude.

M. Ewald conclut que chez le chien *les zones excitables et le labyrinthe se compensent mutuellement ;* après l'extirpation des labyrinthes les troubles deviennent latents car la sensibilité musculaire abolie est compensée par le sens tactile. Ensuite une seconde fonction compensatrice chez le chien est la vue, comme l'expérience le démontre.

III. — EXPÉRIENCES DE L'AUTEUR

Dans ce chapitre je donnerai mes expériences non pas dans l'ordre où elles ont été faites, mais dans leur ordre logique, c'est-à-dire en commençant par les expériences qui écartent les causes d'erreur ou qui répondent aux objections que le sujet fait naître.

Dans les recherches expérimentales ce n'est souvent que tardivement que les causes d'erreur se suggèrent à l'esprit ou que les objections sont adressées ; force est donc d'écarter les premières et de répondre aux secondes par de nouvelles expériences. Cet ordre serait intéressant à suivre, car il donnerait les étapes successives par lesquelles on a passé en montrant comment on a été amené, tout en allant, à perfectionner ses méthodes et sa technique. Mais un ordre logique est plus conforme à l'esprit scientifique et par conséquent, c'est à lui que je m'arrête.

Je ne décrirai qu'une partie de mes expériences, car chacune a été répétée un certain nombre de fois avec des résultats à peu près identiques. La description de toutes formerait donc un exposé inutile, volumineux et d'une lecture fastidieuse.

Je commencerai d'abord par les expériences de Flourens, c'est-à-dire par la section des canaux, pour pou-

voir comparer les phénomènes ainsi produits avec ceux que me donneront la cocaïnisation.

Voici le procédé opératoire tel que le décrit DE Cyon (1) et tel que Livon (2) l'a reproduit :

Le pigeon étant fixé, on coupe les plumes sur la partie postérieure du crâne avec des ciseaux courbes; puis on divise la peau sur la partie médiane, en faisant attention de ne pas léser les petits vaisseaux sanguins qui sont sous la peau, dans la ligne de jonction des muscles des deux moitiés de la tête. Pour éviter plus sûrement cette lésion, on forme un pli transversal avec la peau que l'on incise au moyen des ciseaux, ou bien on fait glisser la peau sur le dessus de la tête, et on la sectionne avec le bistouri. Les muscles qui s'insèrent à la partie postérieure de la tête sont riches en vaisseaux, et leur lésion amène des hémorrhagies, surtout vers la partie médiane; aussi faut-il pour éviter la perte de sang ne pas se rapprocher de la ligne médiane, ni léser les muscles plus loin de 3 à 5 millimètres au-dessous de leur insertion supérieure.

Ce qu'il y a de mieux à faire, c'est de pénétrer jusqu'à l'os entre le bord externe du muscle large de la nuque, et le bord interne d'un muscle plus mince qui s'insère tout près du premier.

Cette limite se trouve nettement indiquée par une bandelette blanchâtre. Avec une pointe mousse, on sépare avec précaution les deux muscles l'un de l'autre, on pousse doucement le bord externe du muscle le plus large en

1. De Cyon. *Methodik der physiologischen Experimente und Vivisection*. Pétersbourg et Giessen, 1876.

2. C. Livon. *Manuel de Vivisection*. Baillière. Paris, 1882.

dedans et en arrière, ainsi que l'enveloppe cranienne, au-dessous de laquelle on voit par transparence la région de croisement du canal horizontal avec le canal transversal plus petit. Si l'on veut mettre davantage l'os à nu, ce qui est indispensable pour opérer sur le canal sagittal, qui est le plus grand, il faut sur un espace de 2 millimètres séparer, en raclant, l'insertion supérieure du muscle le plus large, en commençant par son bord le plus externe, ou bien, il faut le couper avec de fins ciseaux. Dans les deux cas, il faut en même temps enlever le périoste, de façon à ne pas entamer les fibres musculaires.

Si tout cela se pratique proprement et avec précaution on ne perd pas de sang et la plaie ainsi obtenue suffit pour opérer sur les canaux.

Ce qu'il faut faire aussi sans hémorrhagie, c'est l'enlèvement de la lamelle mince et transparente qui recouvre la cavité formant des cellules osseuses et logeant les canaux.

Cette cavité renferme un vaisseau qu'il faut éviter avec précaution en enlevant la lamelle osseuse qui forme comme le toit. Ce vaisseau sinueux chemine d'abord parallèlement à la partie du petit canal vertical qui est situé au-dessous de la région d'entre-croisement. Il se recourbe ensuite en dedans, puis se recourbe encore une fois en haut ; marche ensuite pendant un petit instant au-dessus de la portion supérieure du canal horizontal. Il faut donc dans cette région, ménager la partie qui forme le couvercle. Le meilleur endroit pour l'attaquer, c'est dans l'angle antéro-supérieur de la croix formée par le canal horizontal et le canal transversal. Il faut pour cela faire pénétrer

dans cet angle l'extrémité aiguë d'une des branches d'une petite pince et faire sauter un petit morceau de l'os. Avec cette même petite pince, on enlève ensuite le reste de cette portion supérieure, dans les limites tracées par le parcours du petit vaisseau mentionné précédemment, et l'on enlève ensuite les cellules osseuses qui entourent les canaux.

Dans les deux angles antérieurs de la croix, on peut procéder hardiment à l'enlèvement des cellules osseuses, et l'on peut pénétrer assez profondément pour mettre à nu les ampoules. Il faut procéder avec plus de précaution pour mettre à nu les angles postérieurs. Il vaut mieux laisser de côté l'angle postéro-inférieur, parce que là il est presque impossible d'opérer sans hémorrhagie.

Les canaux étant découverts, je me suis toujours servi pour les ouvrir d'une petite gouge très fine et bien tranchante. En plaçant l'instrument parallèlement au canal à ouvrir et en faisant quelques petits mouvements de latéralité. l'opération est très simple et on respecte facilement le canal membraneux.

Pour sectionner ce dernier on peut introduire la pointe de très fins ciseaux, ou, après l'avoir tiré au dehors au moyen de petites pinces, faire la section à ciel ouvert. J'ai cependant toujours préféré le sectionner avec la pointe d'un couteau à lame fine introduite dans l'ouverture du canal osseux.

On peut aussi se dispenser d'ouvrir le canal osseux et pratiquer d'un seul coup avec des ciseaux un peu forts, la section du canal osseux et du canal membraneux. La

section faite, on ferme la plaie cutanée avec quelques points de suture.

Expérience N° 1

Section du canal membraneux horizontal droit : quelques *mouvements de pendule* de la tête dans le plan *horizontal* et autour de l'axe vertical de la tête. Ces mouvements cessent au bout de quelques secondes.

Section du canal membraneux correspondant à gauche : mouvements de pendule dans le même sens que précédemment mais beaucoup plus violents et plus durables. A ces mouvements de la tête s'ajoutent tantôt des *mouvements de manège*, l'animal marchant en cercle, soit à droite, soit à gauche, tantôt des *mouvements de roue*, l'animal tournant avec violence autour de l'axe vertical de son corps. La *perte de l'équilibre* est fréquente : l'animal tombe et ne parvient que péniblement à se remettre sur ses pattes. Quand il y parvient il fait des efforts pour maintenir son équilibre en écartant les jambes et quelquefois en s'appuyant sur sa queue. Il arrive ainsi à rester calme et ne cherche à faire aucun mouvement, mais aussitôt qu'on le fait bouger, les mouvements décrits et la perte d'équilibre reparaissent avec toute leur violence. Quand on essaie de le faire voler, ou bien il tombe à terre comme une masse, ou bien il vole vers le sol en décrivant un cercle.

Le pigeon *vomit* à plusieurs reprises jusqu'à ce que son jabot est vide. Le *nystagmus* apparaît quelquefois, soit sous la forme d'un tremblement très rapide et presque imperceptible, soit sous la forme de mouvements plus lents. Un symptôme qui apparut dans ce cas et que j'ai vu souvent chez les pigeons

opérés sur les divers canaux est un *bâillement*, — le pigeon ouvrant largement le bec — il n'apparaît que deux ou trois fois chez le même pigeon. Je n'ai pas trouvé ce symptôme mentionné chez les auteurs.

Cette violence des symptômes dura deux heures, puis s'atténua graduellement. Le pigeon étant incapable de se nourrir seul, je suis obligé de le gaver à la main pendant deux jours, mais les vomissements se reproduisent quand je remplis trop son jabot.

Le troisième jour le pigeon commence à être maître des mouvements de sa tête et arrive, quoique péniblement, à se nourrir.

J'ai souvent observé le phénomène suivant : le pigeon voit bien les grains de blé dans leur petite boîte, fait le mouvement caractéristique pour les saisir, mais pique à côté de la boîte.

Les mouvements pendulaires de la tête ont maintenant presque entièrement disparu, les mouvements de roue n'apparaissent plus, seuls les mouvements de manège persistent et sont très prononcés dès qu'on excite l'animal.

Cet état persista jusqu'au huitième jour, mais en s'améliorant graduellement. Enfin seulement une forte excitation produit quelques symptômes faibles, mais le vol reste défectueux.

Expérience N° 2.

Section du canal (1) *transversal droit :* quelques mouvements pendulaires très passagers de la tête de *haut en bas* et de *bas en haut* et légèrement obliques de droite à gauche.

1. Il s'agira toujours de section des canaux membraneux qui sont les organes importants, les canaux osseux ne jouant qu'un rôle protecteur.

Section du canal correspondant à gauche: mouvements pendulaires violents de ***haut en bas*** et de ***bas en haut*** autour d'un axe horizontal et dans un plan intermédiaire aux plans des deux canaux. A ces mouvements s'ajoutent des *chutes* du corps surtout ***en arrière***, rarement en avant, autour de l'axe transversal du corps.

Perte d'équilibre, vomissement, nystagmus comme dans l'expérience n° 1.

Le vol est également très troublé, et se fait tantôt verticalement, la tête étant dirigée en haut, la queue en bas, tantôt l'oiseau se tourne complètement ou partiellement sur le dos et vole en arrière dans cette position.

Au bout de deux heures, les mouvements pendulaires de la tête s'étant beaucoup calmés, j'ai observé à plusieurs reprises sur ce pigeon des symptômes de ***torsion*** de la tête que les expérimentateurs signalent en général, mais que certains attribuent à une lésion du cervelet et qu'ils n'observent que *deux ou trois jours après l'opération.*

Mon pigeon tournait la tête près de 180° de façon à avoir l'occiput en avant, le bec en arrière et alors, dans cette position il faisait un mouvement brusque de la tête de haut en bas, puis retrouvait la position normale.

Le ***troisième jour*** le pigeon paraît tout à fait normal quand on ne l'excite pas; l'excitation fait naître quelques chutes en arrière, le vol est encore défectueux, mais il n'y a plus de mouvements pendulaires ni torsion de la tête.

Le ***sixième jour*** le pigeon était entièrement rétabli, à part le vol, seulement il se blottissait volontiers dans un coin sans bouger,

Ce même pigeon me servit plus tard pour des expériences de cocaïnisation générale.

Expérience N° 3.

Section des deux canaux sagittaux : mouvements de pendule comme dans l'expérience précédente (dans le plan des canaux quand la section est unilatérale, dans le plan intermédiaire quand elle est bilatérale) avec *chutes* du corps surtout *en avant*, rarement en arrière.

Les autres symptômes se manifestent comme ci-dessus.

Expérience N° 4.

Section des six canaux : Ici les symptômes sont d'une violence extrême. Les mouvements de la tête se font dans tous les sens, tantôt irrégulièrement, tantôt régulièrement en 8 de chiffre renversé. Le pigeon tombe en avant, en arrière, à droite, à gauche, fait des mouvements de roue, des culbutes en avant, en arrière, ne peut en un mot trouver aucune position stable. Cet état continua pendant trois heures avec de légères variations de violence, puis les symptômes diminuèrent, le pigeon pouvait rester calme tant qu'il était couché à terre, mais la moindre excitation causait un retour de tous les symptômes de la tête et du corps.

Ce n'est qu'au bout de six jours que le pigeon put se tenir sur ses jambes, et encore se tenait-il appuyé sur toute la partie inférieure de celles-ci en s'aidant aussi de la queue.

Les crises de convulsions sont maintenant moins violentes et

l'animal essaie de faire quelques pas. Mais ses progrès sont si lents et mon local si réduit, que je crus inutile de le garder plus longtemps et je le sacrifiai.

EXPÉRIENCES Nos 5, 6 et 7.

Chez un pigeon j'ouvre les deux canaux osseux horizontaux sur une longueur de 3 millimètres environ, je n'absorbe pas la périlymphe et je laisse la plaie cutanée ouverte.

Je fais la même opération chez un autre pigeon mais en ouvrant les canaux horizontaux et transversaux osseux.

De même chez un troisième mais en ouvrant tous les canaux osseux.

Seulement au bout de 3/4 d'heure à une heure ces pigeons ont commencé à manifester les symptômes propres aux canaux membraneux exposés, mais ces symptômes d'abord *faibles*, augmentent de force graduellement, mais n'atteignent jamais la violence de ceux produits par la section.

EXPÉRIENCES Nos 8, 9 et 10.

Même série d'expériences que les trois précédentes, mais *en absorbant de temps en temps la périlymphe avec de petits morceaux de papier buvard.*

Les symptômes caractéristiques se développèrent dans ces cas en 20 à 30 minutes, mais comme les autres, ils n'étaient que *faibles* au commencement, n'augmentant que graduellement, sans atteindre la violence de ceux produits par la section,

Expériences N°s 11, 12 et 13.

Même série d'expériences que les précédentes mais cette fois sans absorber la périlymphe et en y dissolvant des cristaux de *citrate de magnésie* qui sont légèrement plus acides que les cristaux de chlorhydrate de cocaïne.

Ils ont même l'avantage d'être un peu plus solubles que ce dernier sel. (1 partie dans 2 d'eau).

Les symptômes ne se sont produits qu'en 15 à 20 minutes et encore n'étaient-ils que *faibles* au début.

Expérience N° 14.

J'expose le cervelet sur le côté droit en enlevant le crâne sur une petite surface au-dessus de la ligne occipitale. Je pique légèrement le cortex avec une aiguille, à plusieurs reprises, ce qui ne me donna aucun symptôme. J'instille ensuite quelques gouttes d'une solution de cocaïne à 1 0/0 et, passant l'aiguille de la seringue de Pravaz sous le crâne jusqu'à l'autre côté du cervelet, j'injecte également quelques gouttes de la même solution. Aucun symptôme ne se produit encore.

J'essaie alors la solution à 10 0/0 dont j'instille quelques gouttes à droite : aucun symptôme.

L'emploi de cristaux de chlorhydrate de cocaïne que j'applique ensuite directement au cervelet ne me donna pas plus de résultats.

Le lendemain matin je trouve le pigeon mort dans sa cage.

L'autopsie révéla un caillot sanguin foncé sur les surfaces supérieure, postérieure et inférieure du cervelet.

En passant l'aiguille sous le crâne pour injecter la cocaïne à gauche j'avais ouvert un sinus veineux.

EXPÉRIENCES N°s 15, 16 et 17.

J'injectai sous la peau du thorax de 3 pigeons le quart d'une seringue de Pravaz d'une solution de cocaïne à 10 0/0.

Chacun a donc reçu deux centigrammes de chlorhydrate de cocaïne.

En deux minutes environ les pigeons commencèrent à s'exciter, à remuer leurs ailes et leurs plumes, puis à vaciller à droite et à gauche et à tituber comme dans l'ivresse ; il se produisit ensuite des spasmes et de l'opisthotonos, des culbutes en arrière, des sauts etc., puis se manifesta une parésie des pattes qui ne leur permit d'aller en avant que péniblement et aidés de leurs ailes étendues.

Les phénomènes de paralysie s'accentuèrent, les bêtes restèrent couchées à terre les ailes étendues, la respiration très rapide et pénible, les battement du cœur très accélérés.

Jamais ne se produisirent les mouvements de la tête caractéristiques des lésions des canaux semi-circulaires, jamais non plus les mouvements de manège ni de roue. Les culbutes n'ont pas le même caractère que celles obtenues par la lésion des canaux, car elles sont accompagnées, et sans doute produites par un violent opisthotonos.

EXPÉRIENCE N° 18.

Je reprends le pigeon de l'expérience n° 2, je lui injecte sous la peau le contenu d'une seringue de Pravaz d'une solution de chlorhydrate de cocaïne à 2 0/0.

J'injecte cette quantité en cinq fois, chaque injection faite toutes les cinq minutes.

La première ne l'affecta pas, la seconde le fit vaciller légèrement, la troisième produisit une parésie des pattes, la quatrième accentua ces phénomènes; la paralysie des pattes est complète, la bête reste couchée à terre les ailes étendues et respiran très péniblement; quelques spasmes, de l'opisthotonos, des culbutes.

Après la 5e injection, la respiration prend tout à fait le caractère de Cheyne-Stokes, craignant par moments que le pigeon ne soit sur le point de mourir, je pratique la respiration artificielle : petit à petit l'état s'améliore, et finalement la respiration redevient régulière quoique restant rapide.

J'avais donc injecté 2 centigrammes de chlorhydrate de cocaïne. Je fis une nouvelle injection de 1/4 de la seringue de Pravaz de la même solution, c'est-à-dire 5 milligrammes de cocaïne. La respiration s'embarrassa de nouveau, je la reprends artificiellement, mais malgré cela, le pigeon meurt. Il a fallu donc 2 centigrammes et demi pour le tuer.

Expérience N° 19

Ouverture des canaux semi circulaires osseux *horizontaux*.

Le pigeon mis à terre n'a aucun symptôme, preuve que les canaux membraneux n'ont pas été lésés.

A l'aide d'un petit pinceau, d'un petit bout de papier ou de la petite gouge dont je me sers pour ouvrir les canaux osseux, j'introduis dans la périlymphe quelques cristaux de chlorhydrate de cocaïne. Ceux-ci étant très solubles se dissolvent immé-

diatement. Le temps nécessaire à l'introduction de la cocaïne est environ de 2 minutes, plus une minute pour défaire les fils par lesquels les ailes et les pattes sont attachées à la table d'opération ; le pigeon mis à terre offre immédiatement et d'une façon marquée les symptômes carastéristiques des canaux horizontaux : mouvements de pendule de la tête dans le plan horizontal et autour de l'axe vertical, mouvements de manège à droite et à gauche, perte d'équilibre, écartement des jambes, vomissements et nystagmus par moments.

Le vol se fait en cercle.

J'observai le pigeon pendant quelques heures, *sans avoir suturé la plaie cutanée.*. Les symptômes continuèrent avec la même violence pendant environ une demi-heure, puis s'atténuèrent *légèrement* : les mouvements de pendule sont moins forts, le pigeon se tient mieux en équilibre, mais avec les pattes écartées ; la moindre excitation cependant provoque les mouvements de manège.

Cet état continua pendant trois heures que j'observai l'animal, je ne pus remarquer une diminution nette des symptômes. Je suture alors la plaie cutanée.

Le lendemain le pigeon, quand il est bien calme, réussit à marcher presque comme un pigeon normal, mais aussitôt qu'on s'approche de lui il s'excite, fait des mouvements de manège et quelques mouvements pendulaires de la tête.

Expérience N° 20.

Ouverture des canaux *transversaux* osseux. Pigeon mis à terre ne manifeste aucun symptôme.

J'introduis alors des cristaux de cocaïne dans la périlymphe et en quelques minutes se montrent les symptômes très nets : mouvements pendulaires verticaux de la tête, torsion fréquente de la tête de 180°, occiput en bas, bec en l'air ; chutes en arrière, perte d'équilibre et difficulté de se remettre sur ses pattes. Vol irrégulier et souvent sur le dos. Nystagmus.

Aussitôt que j'observai la présence des symptômes, *je fermai soigneusement la plaie cutanée.* Dans une heure environ les symptômes diminuèrent d'une façon *très marquée*: très peu de mouvements pendulaires, plus de torsion de la tête, plus de chutes en arrière, le pigeon se remet facilement sur ses pattes et fait quelques pas en avant, le vol est meilleur. Au bout de 4 heures ce bon état persista.

Le lendemain, par inflammation consécutive sans doute, les mouvements reprennent, mais pas très violemment. En 8 jours ils avaient de nouveau complètement disparu, le vol seul persista irrégulier.

Expérience N° 21.

Ouverture des canaux *sagittaux* osseux : aucun symptôme.

Introduction de cristaux de cocaïne dans la périlymphe — en quelques minutes, mouvements pendulaires verticaux de la tête, chutes en avant, quelquefois en arrière.

Vol très compromis, le pigeon jeté en l'air tombe lourdement et tête baissée vers le sol. Je ferme les canaux osseux avec une solution épaisse de gomme arabique, je suture soigneusement la plaie cutanée et je la couvre d'une couche de gomme. Dans une heure symptômes très diminués et en deux entièrement disparus. Cet état se maintint et quand la plaie fut cicatrisée je laissai le pigeon s'envoler au jardin du Luxembourg.

Expérience N° 22.

Ouvert les *canaux horizontaux et trausversaux* osseux. Pigeon mis à terre — auc in symptôme. Cristaux de cocaïne introduits dans la périlymphe. Alors éclatèrent des symptômes marqués de la tête et du corps : mouvements pendulaires verticaux et horizontaux se combinant souvent pour produire un mouvements en 8 de chiffre renversé ∞; mouvements de manège et de roue se combinant à des chutes et à des culbutes en arrière.

J'essaie de fermer les canaux osseux avec une épaisse solution de gomme arabique ; puis je suture soigneusement la plaie cutanée. Dans une heure *diminution marquée* des symptômes, mais ceux-ci ne disparurent pas entièrement.

Expérience N° 23.

Ouvert les *six canaux*. Pigeon à terre — aucun symptôme. Cristaux de cocaïne introduits dans la périlymphe le temps de mettre le pigeon à terre et les symptômes violents éclatent semblables à ceux produits par la section des six canaux (Voir expérience n° 4). *Je suturai alors la plaie cutanée.*

Ce pignen montre à plusieurs reprises une torsion extraordinairement violente de la tête — il faisait une révolution presque complète de celle-ci, de façon à se tordre le cou, puis le corps était entraîné dans le même sens. L'animal ne réussissait pas à se remettre sur ses pattes.

Nécessairement le vol était complètement aboli. Il se produisit quelquefois du nystagmus, mais il n'y eut pas de vomissements.

Dans une heure environ *diminution très marquée* des symptômes. Tout a disparu excepté quelques mouvements faible de la tête.

En jetant le pigeon en l'air, on voit que *le vol est en partie revenu*, et placé sur le dos l'animal recouvre très vite son équilibre sur ses pattes.

Le lendemain, par inflammation consécutive sans doute, les mouvements incoordonnés réapparaissent, et surtout ceux de la tête, mais faiblement.

EXPÉRIENCE N° 24.

Je refis la même expérience que la précédente avec le même ésultat. Puis je fis inspirer au pigeon du nitrite d'amyle.

Quelques inhalations n'eurent *aucun effet sur les symptômes*, tandis que des inhalations prolongées produisirent des symptômes d'ivresse, de paralysie.

EXPÉRIENCE N° 25.

Même expérience que n° 23 et mêmes résultats. J'administre alors par voie hypodermique un centigramme de sulfate de morphine et je fais inspirer au pigeon un peu de chloroforme — *il n'y eut pas de diminution des symptômes.*

EXPÉRIENCE N° 26.

J'ouvre les canaux horizontaux osseux. Pas de symptômes.

Cocaïne dans la périlymphe. Symptômes caractéristiques marqués.

Puis section des canaux membraneux. Symptômes pas augmentés.

EXPÉRIENCE N° 27.

Section des canaux horizontaux : Symptômes caractéristiques.

Cocaïne : symptômes pas diminués.

EXPÉRIENCE N° 28.

Ouvert le *canal transversal osseux droit* et le *sagittal osseux gauche.*

Ces canaux sont parallèles et dirigés d'arrière en avant et de droite à gauche. Pigeon à terre : pas de symptômes.

Cristaux de cocaïne dans la périlymphe : en deux à trois minutes, symptômes marqués, chutes en avant et en arrière dans le plan des canaux, écartement des jambes, nystagmus, vol désordonné. Mouvements pendulaires de la tête dans le plan des canaux.

Je ferme les canaux osseux avec la solution épaisse de gomme arabique; je suture la plaie cutanée et je colle contre elle une couche de coton hydrophile.

Les symptômes s'atténuèrent d'une façon marquée en une heure et en trois avaient complètement disparu ; le vol même revint intégralement.

Ce bon état persista pendant plusieurs jours, et devant cette *restitutio ad integrum*, j'apportai le pigeon au jardin du Luxembourg où je lui rendis la liberté.

Expérience N° 29

Ouvert les *trois canaux osseux du côté droit :* pas de symptômes. Cristaux de cocaïne dans la périlymphe : dans deux minutes environ, torsion de la tête à droite, chutes du corps en arrière et à droite. Le pigeon marche droit devant lui, mais le corps penché légèrement sur le côté droit ; il vole également dans la même position. Quand on l'excite il fait des mouvements de manège vers le côté droit, jamais vers le côté gauche.

N'ayant pas de solution de gomme arabique sous la main, je ferme les canaux avec de la « colle tout » ou « seccotine. » Comme les symptômes ne disparurent pas dans le délai habituel, j'examinai la colle et je la trouvai fortement acide. De l'irritation avait succédé à l'anesthésie, mais il est intéressant d'observer que les symptômes *ne changèrent pas de sens.*

Expérience N° 30

Section de tous les canaux droits. Mêmes symptômes que dans l'expérience précédente et *dans le même sens.*

Expérience N° 31

Cocaïnisé le canal *sagittal gauche* et le canal *transversal droit :* mouvements pendulaires très violents de la tête dans le plan des deux canaux (qui sont parallèles), c'est-à-dire d'arrière en avant et à gauche. Chutes du corps en avant et en arrière dans le même plan. Perte d'équilibre, grand écartement des jambes. Vol à gauche, le corps et la tête redressés ou penchés en

avant ; dans cette dernière position il se fait toujours une lourde chute vers le sol.

Je ferme les canaux avec la solution de gomme arabique à la surface de laquelle je vois une *formation de moisissure.*

Dans une demi-heure environ les symptômes s'atténuèrent.

J'ouvre alors les canaux osseux, horizontal et transversal *gauches* et je cocaïnise. Aux symptômes précédents s'ajoutent quelques mouvements pendulaires horizontaux de la tête de droite à gauche, quelques mouvements de manège toujours vers la gauche et des chutes sur le côté gauche. Vol vers la gauche également. Pas de nystagmus.

Je ferme les canaux avec la gomme et je colle contre la suture de la plaie cutanée du coton hydrophile.

Dans une demi-heure environ, diminution des symptômes, mais ceux-ci ne disparaissent pas entièrement. J'examine ma solution de gomme que je trouve fortement acide. L'irritation consécutive était évidemment la cause de la persistance des symptômes.

Comme dans l'expérience n° 29 l'irritation ne changea pas le sens des mouvements.

Expérience N° 32.

Ouvert le *canal osseux sagittal droit* et le *transversal gauche*. *Section* des canaux membraneux. Mouvements identiques aux précédents mais seulement vers la droite au lieu d'être vers la gauche. Nystagmus très net, écartement des jambes.

Je ferme les canaux avec la solution de gomme que j'ai soin de neutraliser préalablement.

Les symptômes iminuent très nettement dans une demi-heure environ.

Puis je *cocaïnise* les canaux horizontal et transversal *droi!s.*

Je ferme les canaux osseux avec la gomme.

Aux mouvements précédents s'ajoutent des oscillations pendulaires horizontales de la tête de gauche à droite, quelques mouvements de manège *à droite.* Vol comme dans l'expérience précédente, mais *à droite.*

Les mouvements volontaires à gauche sont coordonnés, ceux à droite ne le sont pas. Aussitôt qu'on excite l'animal à faire un mouvement vers la droite, ce mouvement dépasse le but, le pigeon est entraîné dans un mouvement de manège ou de roue.

Quand on ne l'excite pas et qu'il essaie de marcher, il est évident qu'il fait des efforts pour ne pas tourner à droite.

Les canaux gauches l'aident à compenser.

Dans une demi-heure environ ces symptômes ajoutés diminuent très sensiblement et dans une heure ont disparu. Et comme la section des canaux transversal d'un côté et sagittal de l'autre produit des symptômes peu durables, le pigeon ressembla bientôt à un pigeon normal. Il n'y a que le vol qui resta défectueux.

Dans quelques heures j'ouvre de nouveau la plaie et je *sectionne* les canaux horizontal et transversal *droits.* Les symptômes qui avaient cessé recommencent dans le même sens, mais sont très passagers, les canaux, gauches ayant déjà appris à compenser.

Avant de terminer ce chapitre je désire informer le lecteur que j'ai entrepris un certain nombre d'expériences

non décrites ci-dessus. Quoiqu'intéressantes en elles-mêmes, elles manquaient peut-être un peu de cette rigueur que l'on doit apporter aux recherches scientifiques.

Je ne puis cependant pas résister au désir d'en dire quelques mots.

D'abord, avant d'être arrivé à l'emploi des cristaux de chlorydrate de cocaïne dissous directement dans la périlymphe, j'avais essayé l'effet des solutions de cette substance, de 1 à 20 o/o, et comme moyen de contrôle, c'est-à-dire pour m'assurer que les symptômes n'étaient pas dûs à l'acidité de la cocaïne, j'avais employé une solution faible d'acide chlorhydrique. Mais j'abandonnai l'usage des solutions, vu les causes d'erreur auxquelles cette méthode exposait. En effet, pour introduire ces solutions au contact des canaux membraneux, il me fallait d'abord absorber la périlymphe avec un petit morceau de papier buvard. Or, je m'aperçus qu'en absorbant une *petite quantité* de la périlymphe, celle-ci était si rapidement remplacée que mes solutions n'arrivaient guère au contact des canaux membraneux; ou bien alors les symptômes ne se produisaient pas, ou ils se produisaient trop tardivement pour me permettre de conclure qu'ils étaient bien dûs à l'anesthésie et non pas à l'irritation du milieu ambiant. Si, au contraire, j'absorbais *abondamment* la périlymphe, il était à craindre, soit que le liquide cérébro-spinal, remplaçant cette périlymphe, ne produisît une décompression centrale et des symptômes centraux, soit que les solutions, pénétrant dans les différentes parties du labyrinthe, ne localisassent pas leurs effets sur les canaux et leurs ampoules.

A part la cocaïne, j'ai essayé l'anesthésie locale par la vaporisation de chlorure d'éthyle. Les symptômes ont toujours été très nets, mais si fugaces qu'il était à peine possible de les observer. De plus il était très difficile de localiser l'effet du chlorure d'éthyle.

Considérant le fait que les symptômes produits par la cocaïne disparaissent en quelque temps quand on a soin, aussitôt après l'opération, de soustraire les canaux à l'irritation du milieu ambiant, je songeai à tenter la cocaïnisation du labyrinthe par la voie de l'oreille externe, écartant ainsi, en même temps que l'irritation du milieu ambiant, une opération sanglante.

Je me mis donc à la recherche, par l'étude de l'anatomie de l'oreille du pigeon, d'une méthode pour injecter des solutions de cocaïne dans le labyrinthe.

Je trouvai la paroi interne de la caisse du tympan divisée en deux parties par une crête saillante — *crête supérieure* presque horizontale dans la position normale de la tête. La partie supérieure contient un trou qui communique avec des cavités osseuses semblables aux cellules mastoïdiennes.

La partie inférieure est divisée elle aussi en deux parties — je dirai deux secteurs, l'un antérieur, l'autre postérieur, par une seconde saillie osseuse ou *saillie inférieure* dirigée en arrière et en bas, plus profonde et moins épaisse que la première et formant avec elle un angle d'environ 50 degrés.

Dans le secteur postérieur il y a un second trou dans lequel vient s'insérer la columelle, osselet unique de

l'oreille moyenne du pigeon. Ce trou correspond donc à *fenêtre ovale* de notre oreille moyenne.

Avec un miroir frontal on peut éclairer la membrane du tympan, l'inciser dans sa partie postérieure, mais je n'ai pu parvenir à éclairer la fenêtre ovale en même temps que j'y introduisais l'aiguille de la seringue de Pravaz.

Mais en me passant de la lumière voici comment je m'y prends. J'introduis, en tâtonnant, la pointe de l'aiguille dans le secteur antérieur, je la promène en haut et en arrière sentant d'abord la résistance de la première crête, puis celle de la seconde en arrière. Tout en appuyant l'aiguille contre cette dernière on la tire doucement vers soi et subitement on sent qu'elle fait un petit saut en arrière par dessus la crête.

La pointe est maintenant dans le secteur postérieur au voisinage de la fenêtre ovale. Alors sans retirer la pointe, si l'on dirige la seringue en avant de façon à la rendre presque parallèle à l'axe antéro-postérieur de la tête, on sent, après un peu de tâtonnement, l'aiguille s'enfoncer dans la fenêtre ovale.

Pour ne pas piquer le labyrinthe membraneux j'émousse préalablement l'aiguille.

Mais les désavantages de cette méthode sont grands. D'abord on travaille dans l'obscurité et, comme les conditions anatomiques ne sont pas rigoureusement les mêmes chez tous les pigeons, la recherche de la fenêtre ovale est rendue souvent infructueuse. Ensuite on ne localise pas l'effet à un nombre limité de canaux que l'on veut étudier.

Voici le résultat d'une expérience faite par cette méthode.

EXPÉRIENCE N° 33.

J'injecte par la fenêtre ovale des deux côtés au moyen d'une seringue de Pravaz à aiguille mousse deux gouttes d'une solution de cocaïne à 10 0/0 (en tout environ 1 centigramme de sel).

En quelques minutes symptômes très marqués : mouvements pendulaires de la tête en tous sens, mouvements de manège et de roue, culbutes, vol aboli.

En une demi-heure environ, quand ces violents symptômes se sont atténués, le pigeon se tient assis sur sa queue, le corps et la tête redressés. Quand on l'excite, les mouvements et les culbutes reprennent. Cependant ces symptômes s'atténuent graduellement et en deux heures et demie à trois heures, ils ont *entièrement* disparu, le vol est redevenu normal.

J'ai cependant l'intention de continuer mes recherches sur les fonctions du labyrinthe et je crois que cette méthode d'injections par la fenêtre ovale pourra éclaircir quelques points obscurs.

J'étendrai également mes expériences avec la cocaïne à d'autres animaux, comme par exemple les lapins, chez lesquels le développement des muscles oculaires permet de faire l'étude si intéressante du nystagmus.

Ce travail n'est donc que l'entrée en matière d'une étude plus étendue que j'espère avoir le loisir de poursuivre.

IV. — DISCUSSION

Pour les raisons données dans mon introduction, j'ai cherché à abolir la fonction des canaux semi-circulaires par l'anesthésie, c'est-à-dire sans léser, sans détruire ces organes, évitant ainsi l'irritation qui accompagne cette destruction.

Puis-je affirmer que je sois parvenu à produire cette anesthésie ? Evidemment non ! car comment prouverais-je cette affirmation ?

On a anesthésie quand une irritation quelconque ne produit ni sensation, ni mouvement réflexe. Mais, dans le cas actuel, après la cocaïnisation je ne puis savoir si une irritation des canaux est sentie par le pigeon, et puisque les symptômes produits par l'irritation et par l'anesthésie sont identiques, il est clair que tant que dure l'anesthésie cocaïnique, l'irritation ne pourra donner des symptômes autres que ceux déjà obtenus. C'est ce qui ressort de mon expérience n° 26.

Mais en principe on ne peut admettre que l'application locale de cocaïne produise de l'irritation locale et, quoique je ne puisse en donner la preuve directe, je suis fermement convaincu que les symptômes que j'ai obtenus avec la cocaïne sont dûs à l'anesthésie et cela pour les raisons suivantes :

1° parce que la cocaïne est un puissant anesthésique.

2° parce que les symptômes produits sont si forts qu'ils ne pourraient être expliqués que par une anesthésie complète ou par une *forte* irritation. Cette dernière, la cocaïne est incapable de la produire ;

3° parce que les symptômes disparaissent avec l'effet de la cocaïne.

Quoi qu'il en soit, je n'ai pas voulu accepter ces raisons sans conteste. J'écoutai les objections qu'on me faisait, entre autres que le chlorhydrate de cocaïne pouvait, à défaut d'anesthésie, être irritant par son acidité.

Ne pouvant employer la cocaïne *base* à cause de sa faible solubilité, je me suis adressé au *chlorhydrate de cocaïne*, sel très soluble (1 partie dans 3 d'eau) ; c'est de ce sel qu'il sera question chaque fois que j'emploirai le mot *cocaïne* dans le cours de ce travail.

Mais je ne craignais pas l'irritation par la faible acidité de la cocaïne parce que je savais non seulement que la périlymphe était suffisamment alcaline pour neutraliser cette acidité, mais encore que cette neutralisation augmentait la puissance anesthésiante de la cocaïne (1).

J'ai cru malgré cela devoir mettre à l'épreuve ma technique opératoire en employant un autre sel également acide et très soluble. J'ai choisi, à cet effet, le citrate de magnésie, car je pensais que si l'acidité de la cocaïne produisait les symptômes de Flourens en irritant les canaux, le citrate de magnésie, également acide, devrait les produire aussi vite et aussi violemment. Mes expériences n[os] 11, 12 et 13 démontrent qu'il n'en est pas ainsi.

1. Article « *Anesthésie* ». *Dictionnaire de physiologie de Ch. Richet.*

De plus, si irritation il y avait, la narcose (chloroforme et morphine) devrait diminuer les symptômes ; l'expérience n° 25 démontre qu'elle ne le fait pas.

Les expériences n°s 15, 16, 17 et 18, ont eu pour but d'étudier l'effet de l'intoxication cocaïnique et de m'assurer si celle-ci ne produisait pas des symptômes semblables à ceux de Flourens. Il est évident qu'une telle cause d'erreur était une des premières à éliminer. J'ai démontré que les phénomènes de Flourens ne peuvent être confondus avec ceux que produisent la cocaïnisation générale.

La méthode que j'emploie pour cocaïniser les canaux et qui est indiquée dans mes expériences n°s 19 et suivantes, c'est-à-dire l'usage des cristaux de chlorhydrate de cocaïne dissous directement dans la périlymphe, m'a toujours donné des résultats *très nets* et *immédiats*.

La cocaïne se dissout immédiatement dans le liquide périlymphatique, et comme celui-ci ne se déplace pas vers le vestibule, mais s'épanche en partie plutôt au dehors, la cocaïne, qui se dissout dans la périlymphe qui reste, localise ses effets aux canaux que l'on étudie, comme d'ailleurs mes expériences le démontrent amplement. C'est sans doute par diffusion que la cocaïne arrive au contact de l'endothélium endolymphatique.

Mes expériences n°s 5, 6, 7, 8, 9 et 10 démontrent, comme de Cyon l'avait déjà fait, que l'écoulement de la périlymphe ne produit pas en lui-même des symptômes ; c'est l'irritation du milieu ambiant qui les produit et cela *tardivement* et *faiblement*.

Les symptômes ne sont pas dûs non plus à la cocaïnisation ni à la lésion du cervelet, car mon expérience n° 14

dans laquelle je cocaïnise directement cet organe, a été négative, et il est un fait connu que la lésion même profonde du cervelet ne produit pas les symptômes si caractéristiques de la lésion des canaux semi-circulaires.

La cause des symptômes ne doit pas non plus être, cherchée dans l'augmentation de la pression endolymphatique par l'effet astrictif de la cocaïne, car 1° ces symptômes sont variables selon les canaux cocaïnisés, et 2° le nitrite d'amyle qui dilate les vaisseaux et réagit contre cet effet astrictif ne change ni ne diminue les symptômes (Voir Expérience n° 24).

Dans mes premières expériences d'anesthésie des canaux j'étais toujours fort étonné de ne pas observer une diminution nette des symptômes au bout de peu de temps. Une fois l'effet de la cocaïne disparu, il n'y avait pas de raison pour que les symptômes persistassent et je me mis à la recherche de la cause de cette persistance.

Je m'aperçus que quand je fermais la plaie cutanée peu de temps après l'opération et surtout quand je la fermais avec soin, les symptômes s'atténuaient d'une façon très nette dans l'espace d'une heure environ

Suivant alors le conseil qu'a bien voulu me donner M. le Professeur Delage je fermai les canaux osseux aussitôt après l'opération avec de la gomme arabique en solution très épaisse et quelquefois après la suture de la plaie cutanée je collai contre celle-ci avec la même solution de gomme un peu de coton hydrophile. J'eus alors la satisfaction dans presque tous les cas de voir les symptômes se dissiper entièrement en peu de temps. J'avais ainsi supprimé l'irritation du milieu ambiant qui ne venait plus

superposer ses effets à l'anesthésie produite par la cocaïne.

⁂

Que les canaux semi-circulaires aient quelque chose à faire avec le son, personne ne peut le nier, comme personne d'ailleurs ne l'a encore prouvé.

Scarpa a voulu que les canaux fussent l'organe qui recueille les sons transmis par le crâne.

Autenrieth en a fait l'organe de la localisation du son.

D'autres, comme Laborde et Münsterberg en font l'organe excito-moteur d'où partent les réflexes produits par le son et qui orientent notre tête et notre corps par rapport à lui.

Quoi qu'il en soit de ces théories, il est évident que la destruction des canaux semi-circulaires n'abolit pas l'ouïe et que s'ils ont quelque chose à faire avec l'audition, ils possèdent par contre une autre fonction bien plus évidente et plus importante.

Flourens, frappé par la violence des mouvements qui suit la section des canaux, attribua à ces organes la fonction de *modérer* les mouvements. Ewald cependant a démontré qu'après l'ablation des labyrinthes ou après la section des nerfs acoustiques il se produisait une diminution du tonus de tous les muscles striés du corps et par suite une *grande perte de force musculaire.*

Ces deux théories en apparence contradictoires peuvent, il me semble, être conciliées.

La section des canaux ou du nerf acoustique produit une forte irritation qui détermine soit une production soit une diminution de force, ce dernier effet pouvant être

dû au caractère de douleur, de malaise qui accompagne l'abolition de fonction, M. Ch. Féré a démontré ces effets dans ses études sur la sensation et le mouvement (1).

Si l'abolition de fonction produit une diminution de force, il est probable que les violents symptômes observés après la lésion ou l'anesthésie des canaux ne sont violents *qu'en apparence* : l'animal ne sentant pas les mouvements qu'il accomplit, ceux-ci dépassent le but et *paraissent violents*. C'est d'ailleurs ce qu'on observe dans les mouvements des jambes des ataxiques quoiqu'il y ait diminution de la force musculaire.

« Ces mouvements, dit M. de Cyon en parlant des mouvements de la tête et du corps, semblaient être de véritables convulsions produites par des excitations réflexes très intenses.... Mais cette explication laissait place à une objection fondamentale : elle ne rendait pas compte pourquoi la section d'un seul canal ou celle de deux canaux du même côté ne produit pas ces mouvements violents de la tête.

1. Ch. Féré. *Sensation et mouvement*. Alcan, Paris, 1887. « Toutes sensations visuelles, auditives, gustatives, générales, olfactives etc. ont une action dynamogènique, en d'autres termes s'accompagnent d'un développement d'énergie potentielle qui passe à l'état cinétique et se traduit par des manifestations motrices susceptibles d'être mises en évidence même par des procédés grossiers comme la dynamométrie »... « Les excitations des organes internes peuvent déterminer une dynamogénie analogue. C'est ainsi que le pincement, même peu énergique, d'une des lèvres du col de l'utérus, qui est, comme on le sait, insensible à l'état normal, est susceptible de déterminer une augmentation considérable de la force de pression. Cette observation est propre à montrer qu'une excitation *n'a pas besoin d'être perçue* pour déterminer une action mécanique. » L'auteur a démontré également que les sensations agréables s'accompagnent d'une augmentation de l'énergie, tandis que les désagréables s'accompagnent d'une diminution.

C'est pour aller à l'encontre de cette objection que j'ai admis, en outre, que la section bilatérale des canaux produit un *vertige auditif.* » Je dois avouer que je ne comprends pas une telle hypothèse et surtout si le nerf vestibulaire est le nerf de l'espace.

La théorie de Flourens trouva des contradicteurs éminents.

Schiff refusa de l'admettre et nia, avec l'énergie qui le caractérisait, la division du nerf auditif en deux nerfs distincts.

Mais cette négation tombe devant les études de Duval ainsi que de celles d'Erlitzky qui démontrent qu'il existe deux nerfs distincts dans leur structure (Voir Bibliographie 112 *a*).

En outre Schiff prétendit, contrairement à Brown-Séquard, que la lésion des nerfs acoustiques ne déterminait pas les phénomènes de Flourens. Mais à cela je puis répondre par les nombreuses expériences positives des physiologistes et par celle de Kreidl. Le chat dont celui-ci avait sectionné les nerfs acoustiques présentait encore les symptômes un an après l'opération. (Voir Bibliographie 256 *a*). Pourquoi le chat de Kreidl n'avait-il pas encore appris à compenser la perte de ses labyrinthes, comme le font les chiens d'Ewald ? c'est ce que je ne puis expliquer.

Pour Brown-Séquard les mouvements désordonnés consécutifs à la section des canaux semi-circulaires sont dûs à une action réflexe par irritation des nerfs vestibulaires. Lœwenberg arrive aux mêmes conclusions.

Je ne puis partager leur opinion, car les symptômes chez certains animaux, par exemple les pigeons, persis-

tent plus longtemps que ne peut durer l'irritation. De plus, comme de Cyon l'a déjà fait remarquer, cette explication ne rend pas compte pourquoi la section d'un seul canal ou de deux canaux du même côté ne produit pas les symptômes avec la même violence que la section biatérale de deux canaux correspondants.

Quant à la théorie de Goltz, M. Delage (1) a démontré que ce sont les sensations musculaires de l'appareil oculomoteur et non les sensations des canaux semi-circulaires qui nous renseignent sur la situation de notre tête par rapport à ses axes.

Les objections de Böttcher et de Lussana ne peuvent plus être soutenues aujourd'hui. Ces expérimentateurs prétendirent que les phénomènes de Flourens étaient dûs à la traction produite sur le tronc nerveux vestibulaire, et que la section des canaux *faite avec soin* ne produisait aucun trouble de l'équilibre.

Je crois avoir apporté le plus grand soin à la section des canaux, me servant d'un couteau à lame très fine et à bout très tranchant que j'introduisais dans le canal osseux par une petite ouverture. En appuyant le tranchant sur le canal membraneux contre le canal osseux je ne produisis aucune traction sur les canaux et cependant j'obtins des symptômes nets et caractéristiques.

Mais le fait que les symptômes sont obtenus par la cocaïne, alors qu'aucun traumatisme n'a été produit, répond, je crois, encore plus catégoriquement à ces objections.

Quant à la théorie de de Cyon, je dois admettre qu'au

1. Y. Delage. *Illusions statiques et dynamiques. Arch. de zoologie expérimentale.* 2e série, t. IV, p. 564.

premier abord je fus si séduit à la lecture de son travail par l'idée du « sens de l'espace idéal » que je me sentis tout disposé à accepter sa manière de voir. Mais en étudiant la question de plus près et surtout en me basant sur mes expériences personnelles ainsi que sur celles de mes devanciers, je fus amené à rejeter cette théorie comme des plus improbables quoique séduisante.

Mes expériences dans un grand nombre de détails n'étaient pas en accord avec celles de M. DE Cyon.

« Aussitôt, dit l'auteur (1), que le pigeon, après la section ou l'ablation des canaux semi-circulaires, parvient à pouvoir marcher sans difficulté, il va se réfugier dans quelque coin obscur et y reste immobile, à moins qu'une cause étrangère ne le force à abandonner sa retraite. De prime abord on pourrait supposer que l'animal, dont la faculté de se maintenir en équilibre est profondément troublée, ne cherche qu'un point d'appui contre le mur. Il est facile de se convaincre que tel n'est pas le cas ; au lieu de s'appuyer contre le mur, le pigeon se contente de diriger la tête vers le coin obscur et de rester dans cette position. » En agissant ainsi les pigeons chercheraient à « se soustraire au désaccord entre l'espace vu et l'espace formé par les sensations dues aux canaux semi-circulaires. »

Je n'ai jamais observé ce phénomène ; de plus, je mis des pigeons opérés dans une armoire en laissant un des battants ouvert — ils restaient dans la partie éclairée et la tête tournée vers le jour. Ils ont besoin de la vue pour

1. E. de Cyon. *Recherches sur les fonctions des canaux semi-circulaires*. Thèse de Paris, 1878.

compenser la perte de leurs labyrinthes, comme Ewald l'a démontré pour les chiens.

Mais M. de Cyon, n'est-il pas à cet égard en contradiction avec lui-même ? Après avoir enlevé les six canaux membraneux, (abolissant ainsi complètement le sens de l'espace), dans une quinzaine à une vingtaine de jours « le pigeon, dit-il, devient intéressant ; l'impression générale qu'il produit est celle d'un animal qui commence à apprendre à se mouvoir, à se tenir debout etc. Pendant cet apprentissage, le pigeon a besoin du concours de ses autres sens, *surtout de la vue*. Il suffit de lui fermer les yeux à l'aide d'un petit bonnet passé par dessous sa tête pour qu'il perde instantanément tous les fruits de sa nouvelle éducation. »

Mais si la théorie de de Cyon était vraie le pigeon, au point de vue de sa représentation de l'espace idéal, serait absolument dans le même état quinze ou vingt jours ou même des années après l'ablation de son organe de l'espace. Il devrait donc continuer toujours à chercher à se soustraire au désaccord entre l'espace vu et l'espace idéal.

Si je n'ai pas observé que les pigeons recherchaient l'obscurité, j'ai observé au contraire très nettement qu'ils *cherchaient à demeurer aussi calmes que possible*, et cela se comprend étant donné le grand trouble que chaque mouvement provoque.

J'eus des résultats négatifs dans une expérience qui donna des résultats positifs à M. de Cyon.

Pour déterminer l'influence qu'une position anormale de la tête pouvait exercer sur la régularité des mouvements, il fixait la tête à la peau par quelques sutures, de manière

que le bec fût tourné en haut, tandis que l'occiput était dirigé en bas. « Dans ce cas, dit-il, les pigeons se comportaient exactement comme après la section des canaux semi-circulaires: même difficulté de maintenir l'équilibre, mêmes mouvements de manège, mêmes culbutes dans l'un ou l'autre sens, mêmes efforts pour trouver dans la tête ou dans la queue un troisième point d'appui ».

Mes expériences ne m'ont rien donné de tout cela; mes pigeons étaient seulement incommodés par cette fausse position de la tête et faisaient des efforts pour la remettre dans la position normale.

Mais ce qui surtout m'engagea à rejeter la théorie de DE Cyon, c'est que les animaux auxquels on coupe les nerfs auditifs ou auxquels on enlève les canaux membraneux arrivent au bout de quelque temps à se tenir debout et à marcher.

M. Delage adressa cette objection fondamentale à la théorie de l'espace. « Quelle faculté d'équilibre ou de locomotion, dit-il, peut conserver un être chez lequel la notion d'espace est tout-à-coup supprimée? Je livre ce problème aux méditations des philosophes. »

Baginsky s'éleva également contre la fonction d'équilibre des canaux semi-circulaires.

Pour lui la section des canaux membraneux produit un écoulement du liquide cérébro-spinal et les symptômes sont dûs à une variation de pression endocranienne. Cette objection ne peut être adressée à mes expériences d'anesthésie des canaux et d'ailleurs n'explique pas la spécificité des symptômes.

Les résultats négatifs de Kiesselbach, de Mlle Tomas-

zewicz et de Steiner ne prouvent rien contre la fonction des canaux semi-circulaires.

« J'ai posé en principe, dit Claude Bernard (1), qu'il n'y a jamais de mauvaises expériences; elles sont toutes bonnes dans leurs conditions déterminées, de sorte que les résultats négatifs ne peuvent infirmer les résultats positifs. » On doit donc pouvoir trouver des raisons qui expliquent ces résultats négatifs.

Les expériences des auteurs cités ont été faites principalement chez des poissons, des squales, et nous savons qu'il existe une suppléance fonctionnelle entre le labyrinthe et les *organes latéraux* des poissons, organes qui sont des labyrinthes rudimentaires. De plus, les otocystes des poulpes, des Crustacés, etc. remplissent les mêmes fonctions que le labyrinthe des Vertébrés, dont ils sont les précurseurs phylogéniques, c'est-à-dire qu'ils sont les organes de la locomotion et de l'équilibre, comme l'a démontré M. Delage. Eh bien, cet auteur observa que les troubles de l'équilibre après la section des otocystes se produisaient seulement quand on supprimait la vue. Cependant la perte de celle-ci ne suffit pas à elle seule à produire ces troubles, elle leur permet seulement de se montrer.

Il est probable que les animaux de Kiesselbach, de Tomaszewicz et de Steiner auxquels ces expérimentateurs n'avaient pas aboli la vue, suppléaient en partie par cette fonction à leur perte des canaux.

Bon nombre de physiologistes ont admis une connexion fonctionnelle entre les canaux semi-circulaires et le cerve-

1. Claude-Bernard. *La science expérimentale*. Baillère, Paris.

let. Dans l'état actuel de nos connaissances, pouvons-nous admettre que les canaux soient l'organe périphérique d'une fonction dont le cervelet est l'organe central?

Je crois que nous ne pouvons rien affirmer encore quant aux fonctions du cervelet.

Que le cervelet soit l'organe de l'âme (Malacarne), de la sensibilité (La Peyronie, Pourfour du Petit, Pinel, Courmont etc.) ou de l'instinct sexuel (Gall), ce sont des opinions niées maintenant à la presque unanimité. Celle de Flourens et de Ferrier — organe coordinateur des mouvements de locomotion, a réuni beaucoup de suffrages. Mais la théorie qui aujourd'hui tend à supplanter les autres, c'est celle qui fait du cervelet l'organe du *tonus* ou de la force musculaire.

Nous en voyons peut-être le germe dans l'idée de Roland (1) qui compare son action à celle d'une pile voltaïque.

Manuel Leven et Auguste Ollivier (2) à part leurs expériences de piqûre et de lésions cérébelleuses observèrent des cas pathologiques chez l'homme dans lesquels il y avait de l'affaiblissement musculaire ; la station et la marche étaient difficiles ou impossibles, cependant les malades étendus dans leurs lits pouvaient faire des mouvements coordonnés des membres.

« Hughlings Jackson », dit M. Marinesco (3), — « et en cela il reproduit les idées du philosophe Spencer-pense

1. Roland. *Saggio sopra la vera struttura del cervello*, 1809.

2. M. Leven et A Ollivier. *Recherches sur la physiologie et la pathologie du cervelet*. Soc. de Biol., 1862, p. 113.

3. G. Marinesco. *Physiologie du cervelet et ses applications a la neuropatologie*. Lettre d'Angleterre, *Sem. méd.*, 27 mai 1896.

qu'à l'état normal le cerveau et le cervelet exercent une action antagoniste sur la musculature du corps : l'action du cervelet est *continue*, *tonique* ; celle du cerveau au contraire, est *intermittente* et *clonique.* » Bastian et Gowers ont émis des idées sensiblement analogues sur les fonctions du cervelet, et des faits cliniques ont apporté depuis de nouvelles preuves à cette manière de voir.

Pour Bastian (1) le cervelet est un centre moteur qui renforce et régularise la distribution des courants centrifuges dans les actes volontaires et automatiques ; sa fonction est de décharger, pour l'exécution de ces mouvements, de l'énergie musculaire.

D'ailleurs les expériences de Luciani apportent un appui solide à la théorie de Jackson-Bastian. « L'auteur talien, dit M. Marinesco (2) est le premier qui ait réussi à garder pendant longtemps des animaux privés de cervelet. Il distingue les phénomènes constatés chez eux, après l'ablation de l'organe entier ou d'un seul lobe, en phénomènes *d'irritation* et phénomènes de *déficit.* Ce sont ces derniers qui dépendent directement de l'absence totale du cervelet ou de quelqu'une de ses parties. Ils sont désignés sous les noms *d'asthénie*, *atonie* et *astasie*.... Il s'ensuit que les muscles sont plus flasques (atonie), que la contraction musculaire a diminué d'énergie (asthénie), qu'enfin les mouvements ne sont plus fusionnés, leur sommation étant imparfaite (astasie) ».

On me pardonnera cette petite digression; elle a pour

1. H. Charlton Bastian. *Le cerveau, organe de la pensée chez l'homme les animaux. Bibl. scientif. Internationale.*

2. Article déjà cité.

but de préciser l'orientation des esprits sur cette obscure question et de montrer ce qu'en pensent les auteurs les plus autorisés.

Il est évident que si la théorie d'Ewald sur le « *tonus labyrinthal* » est vraie, il y a un rapprochement à faire entre les fonctions du labyrinthe et celles du cervelet. On pourra dire que les canaux semi-circulaires sont l'organe périphérique et le cervelet l'organe central du *tonus* musculaire. D'ailleurs les connexions du nerf vestibulaire avec le cervelet indiquent que ces organes doivent avoir une fonction commune. Mais ce ne serait pas nier que le labyrinthe n'ait d'autres fonctions. M. Ewald ne le dit pas non plus puisqu'il fait des canaux semi-circulaires l'organe du sens de la rotation de la tête.

La théorie de Viguier sur le *sens de direction* qui siégerait dans les canaux semi-circulaires et dont l'excitant physiologique serait le *magnétisme terrestre* expliquerait mieux que toute autre le pouvoir qu'ont certains animaux de retrouver leur point de départ quand ils s'en sont éloignés à de grandes distances.

Mais je ne puis accepter cette théorie jusqu'à ce qu'il soit démontré que l'aimant ait une action réelle sur la matière organique ou que nos nerfs y soient sensibles.

D'après Ch. Féré (1) certaines hystériques auraient une sensation de vent quand on approche de leur corps un aimant. Nous savons que ces femmes ont une sensibilité beaucoup plus grandes que les personnes normales.

Nous n'ignorons pas non plus que les animaux ont cer-

1. Ch. Féré. Ouvrage déjà cité.

tains sens plus développés que nous ou même des sens qui n'existent pas chez nous.

Tout le monde connaît le phénomène du transfert par l'aimant. Que devons-nous en penser? « La pratique du transfert par l'aimant, dit M. Gilles de la Tourette (1), née de la métallothérapie externe de Burq, apparaît malheureusement aujourd'hui comme d'essence entièrement suggestive, et les résultats qu'elle donne sont tout à fait infidèles. »

∴

Les fonctions des canaux semi-circulaires ressortent clairement des nombreuses expériences dont ils furent l'objet, soit que ces expériences aient porté directement sur les canaux des animaux, soit qu'on ait soumis l'homme sain ou sourd-muet à des expériences de rotation, de locomotion ou d'équilibre.

J'ai introduit dans cette étude un nouveau procédé de recherche qui, je crois, aidera à éclaicir quelques points obscurs sur les fonctions des canaux semi-circulaires. C'est grâce aux merveilleuses propriétés de la cocaïne qu'il m'a été permis de le faire.

Le meilleur moyen d'étudier les fonctions d'un organe est assurément de l'abolir et d'observer les troubles produits ; mais en l'abolissant il faut évidemment avoir soin d'écarter autant que possible tout élément étranger dont la présence puisse compliquer les troubles ou les empêcher de se montrer dans leur plus simple expression.

1. Gilles de la Tourette. *Traité de l'hystérie*, 2e partie. *Hystérie paroxystique*, II.

C'est là un principe fondamental de l'art expérimental. « Le physiologiste et le médecin, dit Claude-Bernard (1). aussi bien que le physicien et le chimiste, quand ils se trouveront en face de questions complexes, devront décomposer le problème total en des problèmes partiels de plus en plus simples et de mieux en mieux définis.

Ils ramèneront ainsi les phénomènes à leurs conditions matérielles les plus simples possibles, et rendront ainsi l'application de la méthode expérimentale plus facile et plus sûre. »

Donc, la cocaïne en produisant l'anesthésie des canaux fera apparaître les symptômes de l'abolition de fonction dans leur plus simple expression. Mais en même temps, la comparaison des symptômes ainsi obtenus avec ceux que donne l'ablation ou la section des canaux nous permettra de déterminer si, dans ces procédés, l'irritation joue vraiment un rôle.

Qu'observe-t-on après la section ou l'ablation des canaux? Des *mouvements de rotation* de la tête et du corps *dans le plan des canaux atteints*, du nystagmus et perte d'équilibre, celle-ci consistant dans la difficulté de se tenir debout, la recherche d'un troisième point d'appui, écartement des jambes, etc.

Que produit la cocaïne? des symptômes identiques, de même intensité et de même direction.

Il est donc évident que l'irritation ne joue *par elle-même* aucun rôle.

1. Claude-Bernard, *Introduction à l'étude de la médecine expérimentale* Baillière 1865.

Nous verrons plus loin comment, selon nous, il faut comprendre l'effet de l'irritation.

Nous pouvons diviser les symptômes observés en deux groupes : 1° ceux qui varient avec les canaux atteints, 2° ceux qui sont communs à tous les cas.

Il est clair que c'est le premier groupe qui nous permettra de préciser les fonctions des canaux; ceux du second ne peuvent rien nous apprendre quant à ces fonctions puisqu'ils sont communs à tous les canaux et sont par conséquent secondaires à ceux du premier groupe (1).

Eh bien, qu'observons-nous après la section ou l'anesthésie des canaux ? Des *mouvements de rotation* de la tête et du corps nettement limités aux plans des canaux :

1° Section ou cocaïnisation des deux canaux *horizontaux :* mouvements de manège ou de roue à droite ou à gauche, mouvements de pendule de la tête horizontalement et autour de l'axe vertical. Mouvements représentés par le signe ⟷.

2° Section ou cocaïnisation des deux canaux *transversaux :* chutes en arrière, mouvements de la tête de haut en bas dans le plan médian du corps et autour de l'axe transversal. Signe ↕ (Ici les mouvements se font dans le plan intermédiaire aux plans des deux canaux).

1. Je n'ai pas à parler ici d'un troisième groupe de symptômes, ceux qui se présentent *quelquefois* 4 ou 5 jours après l'opération (torsions durables de la tête, convulsions etc.) et qui sont pour M. de DE Cyon des phénomènes d'irritation ou d'inflammation consécutive de l'encéphale. Comme ils n'ont rien à faire avec les canaux, j'ai été muet à leur égard dans mon chapitre expérimental. Les symptômes qui nous concernent sont ceux qui se manifestent immédiatement après l'opération.

3° Section ou cocaïnisation des deux canaux *sagittaux* : chutes en avant, mouvements de la tête de haut en bas dans le plan médian et autour de l'axe transversal. Signe ↕ (Mouvements dans le plan intermédiaire).

4° Section ou cocaïnisation du canal *sagittal droit* et *transversal gauche* (canaux parallèles) : chutes en avant et en arrière dans le plan de ces canaux, c'est-à-dire en avant obliques à droite, en arrière obliques à gauche. Mouvements de la tête dans le même plan. Signe ⤢

5° Section ou cocaïnisation du canal *sagittal gauche et transversal droit :* chutes en avant et en arrière dans le plan de ces canaux, c'est-à-dire en avant obliques à gauche, en arrière obliques à droite.Signe. ⤡

6° Section ou cocaïnisation des *trois canaux droits :* mouvements faibles de la tête à *droite*, manège à *droite*, chutes à *droite*, corps penché à *droite* dans la marche et le vol.

7° Section ou cocaïnisation des trois canaux *gauches :* mêmes phénomènes, mais tous à *gauche.*

Nous voyons donc que l'irritation et l'anesthésie produisent les symptômes dans le même sens. La première conclusion à tirer des symptômes, c'est que les canaux semi-circulaires ont pour fonction les sensations de rotation de la tête et du corps.

La seconde conclusion, c'est que chaque canal gauche est principalement pour la sensation de rotation à gauche et *vice-versa.* Mais comment expliquer que la section (irritation) et la cocaïnisation des canaux produisent les symptômes dans le même sens. On pourrait croire, et l'idée est généralement admise, que l'irritation donne de

fortes sensations de rotation et que les mouvements qui en sont la conséquence sont des mouvements en sens inverse pour compenser ces sensations. Mais alors, la section par exemple des deux canaux horizontaux devrait produire simultanément des sensations de rotation à droite et à gauche, et par suite mouvements compensateurs dans ces deux sens ; dans ce cas, il me semble qu'il y aurait immobilité, puisque les mouvements compensateurs se contrebalanceraient, ou tout au moins trouble général, perte d'équilibre sans mouvements de rotation.

De plus, dans la section unilatérale *gauche*, par exemple, les mouvements se produisent *à gauche*, et si, poursuivant notre idée, ces mouvements sont compensateurs, les canaux *gauches* doivent nous renseigner sur les sensations de rotation *à droite*. Comment expliquer alors que la cocaïne appliquée à gauche produit également des rotations à gauche. Dans l'anesthésie des canaux *gauches*, de deux choses l'une, ou bien on ne devrait pas avoir des mouvements de rotation *à gauche*, puisque les sensations de rotation sont abolies de ce côté ; ou bien, comme il ne reste que les canaux droits capables de donner des sensations de rotation, et d'autre part, comme ils seraient pour les sensations de rotation à gauche, les mouvements compensateurs, s'il s'en produisait, devraient se faire à droite. Nous avons vu qu'il n'en est pas ainsi.

On voit donc qu'il n'y a pas moyen d'expliquer les symptômes par cette supposition que l'irritation donne des sensations de rotation. D'ailleurs, comme je l'ai déjà dit, les symptômes persistent plus longtemps que l'irritation.

Pourrait-on les expliquer par le nystagmus ? de Cyon

a démontré en effet que la section des canaux des lapins produit toujours le nystagmus dans un sens donné selon le canal coupé. Il est possible que ce nystagmus, quand il se produit, soit pour quelque chose dans les mouvements de rotation, mais il ne suffit pas seul à les produire, puisque parmi les pigeons, ceux qui n'ont aucun nystagmus, les mêmes mouvements de rotation se produisent.

Il faut donc trouver une explication qui puisse s'appliquer aux deux modes de production des phénomènes : irritation et anesthésie.

Je crois que l'explication suivante ne paraîtra pas trop téméraire puisqu'elle s'accorde avec les données expérimentales.

La section des canaux produit d'abord une forte irritation qui ne détermine pas des symptômes par elle-même, *mais qui voile les sensations normales, se substitue à elles* et produit par ce moyen une abolition de fonction. L'irritation disparue il y a seulement *insuffisance fonctionnelle*, car il m'est impossible de croire qu'il reste une abolition complète de fonction. Les canaux sont coupés en deux parties qui étant capillaires ne doivent pas se vider de leur endolymphe ; ou bien si elles se vident, leur capillarité doit attirer de l'endolymphe de l'utricule. On a donc deux segments de canaux qui peuvent fonctionner. Mais la section aura coupé quelques terminaisons nerveuses, détruit quelques cellules endothéliales, produit, qu'on me passe le mot, des *scotomes* dans le champ de la rotation.

Quand l'irritation aura disparu, les scotomes demeureront, produisant une insuffisance fonctionnelle.

La section des six canaux sera suivie de six scotomes qui pourront, il me semble, produire une insuffisance fonctionnelle importante.

Mais il est possible aussi que ces canaux se cicatrisent, que l'endothélium et les nerfs lésés se reforment *en partie* et que cette insuffisance fonctionnelle se réduise à un minimum, tous les symptômes disparaissent alors excepté un peu de maladresse dans les mouvements. Le vol reste défectueux ou aboli, car c'est le mouvement qui exige la plus grande sûreté dans la coordination.

Cependant après l'ablation des canaux la fonction est abolie complètement et pour toujours, et si les symptômes disparaissent presque entièrement, c'est uniquement par la suppléance fonctionnelle de la vue et du toucher que ce retour de fonction, qui n'est qu'apparent, se fait, comme d'ailleurs Ewald l'a bien prouvé chez le chien.

Mais, comme M. Delage en fait la remarque, les organes qui suppléent n'étant pas dévolus à une fonction si délicate qu'est celle de la rotation, les mouvements restent maladroits et le vol ne se rétablit pas.

Comment expliquer maintenant les symptômes produits par l'*irritation* et par l'*anesthésie* qui équivalent toutes deux à une *abolition de fonction ?*

Quand l'animal (dont les mouvements à l'état actif sont, ainsi que les nôtres, toujours ondulatoires) exécute un mouvement, comme les canaux ne le renseignent pas sur le mouvement qu'il exécute, *celui-ci dépasse le but.* C'est dans ce sens, sans doute, que les sensations venant des canaux semi-circulaires sont modératrices du mouvement, fonction que Flourens leur avait attribuée.

Je suppose les canaux semi-circulaires *horizontaux* du pigeon cocaïnisés, l'animal n'a plus les sensations délicates de mouvement de rotation de la tête et du corps dans le plan horizontal ; de sorte que, aussitôt qu'il essaie de tourner la tête ou le corps soit à droite, soit à gauche, comme il ne sent pas le mouvement qu'il accomplit, celui-ci dépasse le but et le pigeon est emporté dans un mouvement de manège ou de roue. Le nystagmus peut, quand il se produit, avoir quelque chose à faire dans ce phénomène, puisqu'il est horizontal et qu'il empêche les yeux de mesurer l'angle parcouru par la tête, mais, comme je l'ai déjà dit, il ne suffit pas seul à les produire.

L'animal a donc exécuté un mouvement dont il n'a pas l'idée exacte, il a l'illusion de ne l'avoir accompli qu'en partie, et comme les renseignements que lui donnent ses membres sur leur position ne s'accordent pas avec les sensations venant des canaux semi-circulaires, il se produit un grand trouble moteur, perte d'équilibre, vertige et mouvements compensateurs.

En d'autres termes, quand l'image d'un mouvement total du corps que l'on accomplit, ou image psycho-motrice, n'est pas accompagnée des sensations, conscientes ou inconscientes, confirmatives de ce mouvement — sensations qui ont une action frénatrice — le mouvement dépasse le but ; en même temps on a l'illusion de ne l'avoir pas accompli ou de l'avoir mal accompli, d'où trouble général, perte d'équilibre, vertige.

∴

Quant au *mode de fonctionnement* des canaux semi-cir-

culaires, beaucoup de théories ont été faites pour l'expliquer. Breuer prétendait qu'il se faisait un déplacement de l'endolymphe en sens inverse du mouvement, déplacement qui entraînerait les cils des crêtes acoustiques et produirait en même temps un frottement contre l'endothélium des canaux.

Goltz croyait que l'endolymphe exerçait une pression plus grande sur les ampoules et les crêtes acoustiques quand dans les mouvements de la tête les ampoules se trouvaient plus bas — il se produisait des variations de pression renseignant sur les positions de la tête par rapport à ses axes. (Voir Discussion p. 112)

Mach prétendit qu'il ne se produisait pas un déplacement de l'endolymphe, mais une pression plus forte en sens inverse du mouvement.

Quoi qu'il en soit de ces théories, presque tous les expérimentateurs rejettent la théorie de Breuer. Les canaux étant capillaires, il ne peut pas se faire un déplacement du liquide qu'ils contiennent.

J'accepte avec Bonnier et Delage une théorie qui explique les phénomènes aussi bien que celle de Breuer:

L'endolymphe ne fait pas un véritable recul, mais par son inertie elle manifeste une certaine indocilité à suivre le mouvement du canal — il y a une tendance au recul qui suffit à entraîner les cils des crêtes acoustiques qui forment des masses compactes et à produire un léger frottement sur l'endothélium.

La sensibilité des canaux, développée en nous avec l'âge et par instinct, est attribuée à une sensation de rotation. L'étude de l'histologie des canaux n'a pu me donner

l'explication du fait, qui ressort des expériences, que les canaux droits sont surtout dévolus aux sensations de rotation à droite et *vice versa*.

⁂

La question du sens de l'espace n'est pas de mon domaine ni de ma compétence. M. de Cyon a attribué cette fonction aux canaux semi-circulaires. Nous avons vu au cours de la discussion que cette théorie est inadmissible.

Elle perd d'ailleurs de jour en jour les quelques suffrages qu'elle avait réunis.

L'explication que donne M. Delage sur le sens de l'espace me satisfait pleinement; je ne puis résister au désir de la rapporter.

« Nous avons commencé, dit l'auteur (1), à juger les yeux ouverts ; or les sensations visuelles nous donnent l'idée des directions bien plus directement que les sensations musculaires.

Le toucher nous a d'abord fait connaître l'existence de l'espace extérieur ; il nous a appris ensuite que les objets sont placés en ligne droite dans la direction où ils sont vus. Lorsque deux objets sont vus à la fois, il nous a appris à rapporter à droite celui dont l'image est à gauche et inversement ; il nous a enseigné aussi à estimer leur distance angulaire par la distance qui sépare leurs images sur la rétine.

Lorsque nos yeux se portent d'un objet à un autre, l'image du premier se déplace sur la rétine ; c'est encore

1. Y. Delage. Ouvrage déjà cité.

le toucher qui nous a appris à mesurer, par le déplacement de cette image, la distance augulaire des deux-objets.

Mais pour produire ce déplacement de l'image, les muscles de l'œil se sont contractés et nous sommes arrivés, par l'habitude, à savoir mesurer la distance angulaire par la contraction des muscles qui ont agi.

En somme, les organes des sensations statiques de direction, ceux qui, à mon sens, mériteraient véritablement le nom de *sens de l'espace*, sont au nombre de trois :

Le *toucher* d'abord, sûr mais incommode et à courte portée, qui a bientôt cédé la place à la vue, après avoir fait son éducation ; la *vue* ensuite, qui, à son tour, a fait l'éducation du troisième sens, le *sens musculaire de l'œil.* »

V. — CONCLUSIONS

1° Avec Crum-Brown, Delage, etc., je suis d'avis que les canaux semi-circulaires sont l'organe du *sens de rotation*. Ils nous renseignent sur tous les mouvements *actifs* de rotation soit de la tête seule, soit du corps entraînant la tête.

Ils ne nous renseignent pas sur les mouvements *passifs* de rotation quand ceux-ci sont uniformes et de longue durée, mouvements qui, d'ailleurs, ne se produisent pas dans les conditions ordinaires de locomotion.

2° Comme les mouvements actifs de déplacement de notre corps sont toujours ondulatoires, les canaux semi-circulaires nous renseignent sur tous les mouvements que nous accomplissons en totalité et sont ainsi secondairement l'*organe de l'équilibre.*

3° Par le souvenir du mouvement accompli ils nous renseignent sur la position de notre tête par rapport à notre corps et de notre corps par rapport aux objets extérieurs.

4° Les canaux gauches sont plus sensibles aux mouvements de rotation à gauche qu'aux mouvements de rotation à droite et *vice versa*.

5° L'irritation des canaux semi-circulaires produit, ainsi que leur anesthésie, une abolition de fonction.

6° Les canaux semi-circulaires ne sont pas *l'organe* de l'espace.

VI. — BIBLIOGRAPHIE

Cette bibliographie, dont l'arrangement et les annotations sont dûs à M. L. W. Stern, a paru le 12 novembre 1895 dans les « *Archiv für Ohrenheilkunde* » sous le titre : « *Die Literatur über die nicht akustische Function des inneren Ohres.* » J'ai obtenu de l'auteur la permission de la traduire et de l'éditeur celle de la reproduire.

Un coup-d'œil permettra d'en comprendre l'arrangement. La table des matières ainsi que l'index des noms d'auteurs en rendent l'usage commode. Les ouvrages dont le numéro est accompagné d'un astérisque (*) ne sont pas mentionnés dans la Bibliographie de M. Stern.

J'ai donné avec plus de détails certaines annotations qui me paraissaient insuffisamment claires dans le travail allemand.

ABRÉVIATIONS ET SIGNES

Bgg.	signifie :	« Bogengang ou Bogengänge »
c. s.-c.	»	« canaux semi-circulaires »
s.-c. c.	»	« semi-circular canals ».
Arch. f. O. . . .	»	« Archiv für Ohrenheilkunde.
Pflüger's Arch. .	»	« Pflüger's Archiv für die gesammte Physiologie ».
Arch. f. (Anat. u.) Physiol.	»	« Dubois-Reymond's Archiv. für Anatomie und Physiologie. Section physiologique.

Comptes-rendus. .	»	« Comptes-rendus hebdomadaires des séances de l'académie des sciences. Paris ».
Wiener Sitzungs- . Ber.	» »	« Sitzungsberichte der Wiener Akademie der Wissenschaften. Mathem. Naturw. klasse ».
Berliner Sitzungs- Ber.	» »	« Sitzungsberichte der kgl. preussischen Akademie der Wissenschaften. Berlin ».
Nom d'auteur en grandes capitales grasses. (Ex : **FLOURENS**).	» » » »	« La publication est de pre- « mière importance ».
Nom d'auteur en grandes capitales maigres. . . . (Ex : STERN)	signifie	La publication se rapporte *directement* aux fonctions nons acoustiques de l'oreille.
Nom d'auteur en petites capitales. (Ex : BONNIER)	signifie	La publication se rapporte seulement *indirectement* aux fonctions non acoustiques de l'oreille.

TABLE DES MATIÈRES DE LA BIBLIOGRAPHIE.

(Les numéros se rapportent à ceux de la Bibliographie)

I. — *Généralités.*

(Aperçus, exposés populaires, etc.)

II, — *Recherches expérimentales.*

C. — Expériences sur les grenouilles 15. 17. 54. 77. 81. 140. 148 *a*. 165. 181. 187. 196. 197. 227. 246.

D. — Expériences sur les poissons 111. 123. 138. 141. 148 *a*. 156. 181. 182. 183. 203. 205, 223. 236. 241. 253. (Voir III. B. 5).

E. — Expériences sur les oiseaux 6. 9. 12. 14. 19. 20. 28. 30. 32. 33. 38 — 40. 41. 43. 45. 48. 50. 52. 54. 58. 59. 61. 63. 71 — 73. 75. 77. 81. 88. 92. 145. 148 *a*. 154. 165 — 167. 174. 179. 194. 196. 209. 210. 225. 233. 236. 239. 240. 246. 249.

F. — Expériences sur les mammifères.

1. *Lapins*. Opération : 10. 12. 17. 20. 77. 81. 165. 249. Rotation : 62. 63. 94. 146. 147. Injection : 117. 121. Pression : 98 — 100. Infection expérimentale 224 *a*.
2. *Chiens :* Opération : 15. 129. 196. 258 *a*. Rotation : 129. Pression : 98 — 100. 125.
3. *Chats :* 77. 256 *a*.
4. *Marsouins :* 96. 148 *a*.

G. — Expériences sur l'homme.

1. *Sur l'homme normal* : 37. 47, 49. 52. 53. 62. 97. 136. 142. 143. 152. 172. 208. 217. 219. 224 *a*. 237. 243.
2. *Sur les sourds-muets :* 110. 195. 217. 238. 244.

III. — *Théories.*

A. — Fonctions des canaux semi-circulaires.

1. Les *symptômes* consécutifs à la section ou à la maladie des c. s.-c. sont :

a) *Des symptômes d'irritation :* 9. 10. 43. 92. 120.

b) *Des symptômes d'abolition de fonction :* 11. 187.

c) *Des symptômes en partie d'irritation, en partie d'abolition de fonction :* 115. 196.

(Voyez aussi sur ce point les nombreux numéros cités sous le chiffre 2).

d) Des symptômes rapportés non pas aux affections des c. s.-c., *mais aux affections simultanées de l'encéphale :* 37.

57.58.91.95. 97 — 100. 102.125. 127—129. 152. 156. 160. 168. 198.

e) en général *pas à observer:* 40. 41. 108. 111. 123. 138. 141.

2. La *fonction* des c. s. - c. est:

a) une fonction *mécanique* (anéantissement des ondes sonores): 19. 24. 25.

b) une fonction *régulatrice du mouvement et de l'équilibre* (il est incertain si la voie est réflexe ou sensorio-motrice) 61. 64. 117. 183. 208. 230. 231.

c) une fonction *purement réflexe:* 12. 21 *a.* 28. 43. 59. 72. 88. 130. 139. 146. 147. 172. 200. 234.

α) action réflexe spéciale sur les *muscles de l'œil:* 68. 94. 101. 248.

β) Action réflexe sur le *tonus-musculaire :* 174. 185. 196. 202. 226. 236. 244. 258 *a.*

d) une *fonction réflexe* unie à des *sensations conscientes :* 60. 72. 112. 115. 136. 150. 207. 214. 224.

e) un des organes de sens spécial.

α) Les c. s. - c. comme *organe acoustique.*

1) sensations sonores en général: — 1. — 1 b. 17. 27. 40. 54. 60. 72. 112. 155. 189. 215. 238. 239.

2) Vertige auditif: 23. 193. 204. (voir aussi V. B et VI. A.)

3) Perception de la direction du son : 2. 31. 54. 77. 103. 112. 131. 142. 143. 158.

4) Perception des sons transmis par le crâne; — 1 *b.*

β) c. s. - c. comme *organe du sens de l'espace.*

1) sens de l'espace en général : 45. 54. 80. 81. 86. 93. 161. 162. 165, 190. 207.

2) sens de direction: 114. 153. (voir par contre 171. 191. 223 *b.* 227 *a.*)

γ) c. s. — c. comme *organe statique.*

1) sens de l'équilibre en général : 32. 33.56. 66.73.74. 75. 82. 110. 115. 116. 148. 158. 197. 203. 219. 223.227. 228. 241. 255.

IV. — *Anatomie*

V. — *Pathologie.*

A. Maladie de Ménière (voir aussi B) : 21. 36. 55. 64. 65. 74, 83. 95. 120. 126—128. 160. 168. 189. 247. 256*a*. 259.

B. Le vertige comme symptôme pathologique (voir aussi A ; plus haut III. A 2 e α 1 et VI. B) : 23. 35. 76. 87. 91. 98. 107. 113. 119. 130. 204. 213. 223*c*. 230. 231. 242. 250.

C. Surdi-mutité : 175. D'ailleurs voir II. G 2.

D. Affections diverses: 29. 82. 84. 85. 89. 90. 104. 108. 130. 200. 208. 216. 254. 258.

VI — *Varia.*

A. Symptômes de vertige (voir aussi III. A 2 e α 1) et γ 3) supra V. A et B) : 1. 3—5. 7. 8. 44. 56. 97. 101. 107. 162. 179, 186. 217 224*a*. 227. 250. 257.

B. Sensations musculaires 4. 37. 51. 60. 136. 148*a*. 172. 192. 237.

C. Mouvements oculaires, en particulier le nystagmus 52. 63. 68. 69. 84. 85. 94. 100. 132. 135. 164. 200. 224*a*. (voir G 2 45 *b*.) 248. 252. 256.

D. Localisation du son 172. 180. 180*a*. 230*a*. 237. D'ailleurs voir III. A 2 e α 3).

E. Géotropisme des animaux inférieurs 163. 201.

F. Liquide cérébro-spinal 42. 231*b*.

G. Système nerveux 228*a*. 231*a*. 231*c*. 245*b*. 251.

H. Liquide labyrinthique 86*a*. 231*a*. 245*a*.

I. Trompe et tympan 206*a*.

J. Réflexes 224*a*. 229*a*. 256.

K. Manège et tournoiement 9. 14*a*. 223*a*.

Index alphabétique des noms d'auteurs

(Les chiffres se rapportent à la notation de la Bibliographie. L'impression variée des chiffres correspond à l'impression variée des noms d'auteurs dans la Bibliographie; les chiffres entre parenthèse se rapportent aux noms d'auteurs en petites capitales, c'est-à-dire aux publications qui ne se rapportent qu'indirectement aux fonctions non acoustiques de l'oreille).

BIBLIOGRAPHIE

1683 — 1 DU VERNEY, J. G., Traité de l'organe de l'oreille, etc. Paris.

(Voir Historique p. 45)

1693 — 1 a BANISTER, J., Philosoph. Transactions. Londres n° 198.

Ce sont les premières recherches faites sur la physiologie des organes périphériques indispensables à l'équilibration. L'auteur semble avoir le premier observé le rôle des *balanciers* ou *haltères* de certaines espèces de mouches et remarqué après leur ablation des phénomènes identiques à ceux que décrivit plus tard Flourens chez les Vertébrés. L'importance de ces organes semble grande, puisque leur nerf est le plus gros après le nerf optique.

1789 — 1 b SCARPA, Ant. Anatomicae disquisitiones, de auditu et olfactu.

(Voir Historique p. 45)

1795 1 DARWIN, ERASMUS, Zoonomie, oder Gesetze des organischen Lebens. Traduit par Brandis. — Hanovre Tome I. Première div. p. 429-455. (L'édition anglaise originelle parut la même année).

Donne de nombreuses observations et hypothèses sur le vertige.

1802 2 AUTENRIETH, J. H. F., Handbuch der empirischen menschlichen Physiologie. — Tübingen. Troisième partie, p. 245-248.

(Voir Historique p. 45)

1803 3 RITTER, Ueber die Anwendung der Voltaischen Säule

— Hufeland's Journal f. prakt. Heilk. Tome XVII 3e partie, p. 34.

Observation des sensations de vertige produites par l'application du courant galvanique sur les organes des sens.

1810 | 4 | Gruithausen, F. v. P., Anthropologie. München.

Il rapporte au « sens musculaire » les sensations de position, de mouvement actif ou passif, de résistance et de vertige.

1820 | 5 | Purkinje, J., Beiträge zur näheren Kenntniss des Schwindels, nach heautognostischen Daten. — Med. Jahrb. des österr. Staates. Tome VI. 2e partie. p. 79-125.

Excellente description des divers phénomènes du vertige et les causes variées de celui-ci. L'axe du vertige rotatoire passe toujours par l'axe de la tête; il est par conséquent dépendant de la position du cerveau. La cause du vertige rotatoire réside dans les modifications des relations de cohésion du cerveau. Dans les rotations autour de divers axes, ces modifications ont divers sens et sont immédiatement senties.

1825 | 6 | **Flourens, P.**, Expériences sur le système nerveux. — Paris, p. 42. 44-48. 52-53.

(Voir aussi n° 12 et Historique p. 45).

7 | Purkinje, J., (Sur le vertige). — Viertes und zehntes Bulletin der naturwissen schaftlichen Section der schlesischen Gesellschaft für vaterländische Cultur im Jahre 1825. Zweites Bulletin im Jahre 1826. (Supplément extraordinaire du n° 86 (1825), n° 8 (1826), n° 43 (1826) du « Neuen Breslauer Zeitung ». Reproduit par Aubert. Voir n° 162.

S'accorde essentiellement avec n° 5.

1827 | 8 | PURKINJE. J., Ueber die physiologische Bedeutung des Schwindels und die Beziehung desselben zu den neuesten Versuchen über die Hirnfunction. — Rust's Magazin. Tome XXIII. p. 284-310.

Essentiellement une répétition plus courte du n° 5.

1830 | 9 | **FLOURENS, P.**, Expériences sur les c. s.-c. de l'oreille, dans les oiseaux. (Lues à l'académie royale des sciences, le 16. 8. 1828). — Mémoires de l'acad. royale des Sciences de l'Institut de France. Tome IX. p. 455-66.

(Voyez n° 12 et Historique p. 45)

10 | **FLOURENS, P.**, Expériences sur les c. s.-c. de l'oreille, dans les mammifères. (Lues à l'académie royale des sciences le 13, 10, 1823). — Mémoires de l'acad. royale des sciences de l'Institut de France. Tome IX. p. 467-477.

Voir aussi n° 12 et Historique p. 45

1831 | 11 | CHEVREUL, E., Expériences sur les c. s.-c de l'oreille, dans les oiseaux et les mammifères. Journal des Savants. p. 9-11.

Les troubles observés par Flourens ne sont pas, comme il le pensait, des symptômes d'irritation, mais des symptômes d'abolition de fonction.

1835 | *11a | STEIFENSAND, Untersuchungen über die Ampullen des Gehörorgans. — Müller's Archiv.

1842 | 12 | **FLOURENS, P.**, Recherches expérimentales sur les propriétés du système nerveux. — Paris. 1re édition. p. 438-501. — Reproduction des n° 6, 9, 10.

(Voir Historique p. 45)

1844	13	ECKER, Flimmerbewegung im gehörorgan von Petromyzon marinus. — Müller's Arch. p. 520-21.
		Trouva dans les c. s.-c. du P. m. des cellules ciliées avec des cils fortement vibratiles.
1846	14	HARLESS in Wagner's Handwörterbuch der Physiologie. Tome IV. p. 422 23.
		(Voir Historique p. 47)
1849	*14 a	CLAUDE-BERNARD, sur le tournoiement qui suit la lésion des pédoncules cérébelleux moyens. — Soc. philom. p. 21.
1853	15	BROWN-SÉQUARD, C. E., Experimental researches. applied to physiology and pathology. — New-York. p. 21. 100.
		Expériences sur les grenouilles. La section simple des c.s.-c. ne produit aucun trouble moteur ; mais ceux-ci sont produits par lésion du tronc acoustique (Voir Historique p. 47).
1856	16	JACKSON, S., On the functions of different parts of the internal ear. — Amer. Journal of med. Sc. Vol. XXXI. p. 550-554.
		Fonction des c. s.-c. : Destruction du son produit par réflexion.
1858		
1859	17	SCHIFF, J. M., Lehrbuch der Muskel und Nervenphysiologie. — Lahr. p. 399.
		(Voir Historique p. 47)
1860	18	BROWN-SÉQUARD, C. E., Course of lectures on the physiology and pathology of the central nervous system. — Philadelphie. p. 195.
		L'irritation du tronc acoustique a les mêmes suites que la destruction des c.s.-c. (Voir Historique p. 47)

19 CZERMAK J., Résultats de la section des c. s.-c ; extrait d'une lettre à M. Flourens. — Comptes-rendus. LI. p. 821.

Confirmation des observations de Flourens.

1861 20 FLOURENS, P., Nouvelles expériences sur l'indépendance respective des fonctions cérébrales. — Comptes rendus. Tome LII. p. 673-675.

Après l'extirpation des hémisphères cérébrales, la section des canaux a donné les symptômes connus. Recherches sur les pigeons et les lapins.
(Voir Historique p. 45).

21 **MÉNIÈRE, P.**, Mémoires sur des lésions de l'oreille interne donnant lieu à des symptômes de congestion cérébrale apoplectiforme. — Gazette méd. de Paris, p. 597-601.

(Voir historique, p. 47).

*21a HILLAIRET, Lésions de l'oreille interne ; action réflexe sur le cervelet et le pédoncule. — Note présentée à la Soc. de biologie, Paris.

(Voir Historique, p. 48).

1866 22 HENSEN, V., Studien über das Gehörorgan der Dekapoden. — Zeitschr. f. wissensch. Zoologie, XIII, p. 319-412, surtout p. 329/30.

Les écrevisses (Palaemon) en muant perdent en même temps leur vésicule auditive et leurs otolithes ; suit la nouvelle formation des otholithes que l animal se fait en ramassant des particules sur le sol et en les introduisant par l'oreille.

23 VULPIAN, A., Leçons sur la physiologie générale et comparée du système nerveux. — Paris, p. 600-602.

(Voir historique, p. 48).

24 MALININ, J., Ueber die physiologische Rolle der häutigen Bgg. des Labyrinths. — Centralblatt f. d. med. Wissensch, p. 673-675.

Les c. s.-c. servent à la réception et à l'anéantissement de ces ondes sonores qui ont agi sur les terminaisons nerveuses des saccules et des ampoules et qui après cela n'ont plus de détermination.

25 MALININ, J., L'oreille interne dans ses rapports physiologiques. — Disert. Pétersbourg, 30 pages.

(En langue russe).

Voir n° 24.

26 TOYNBEE, Vestibule, cochlea and s.-c. c. extruded during life. — Transactions of the path. so. XVIII, p. 272/73.

Les sensations de vertige d'une affection de l'oreille disparurent après l'expulsion de la partie nécrosée de l'oreille interne.

1867 27 HASSE, C., Der Bogenapparat der Vögel. — Zeitschr. f. wissensch. Zoologie. XVII, p. 598-641.

Anatomie. L'appareil des c. s.-c., est un organe auditif.

28 CZERMAK, J., Notiz über eine neue Folgeerscheinung nach Durschneidung der Semicircularkanäle bei Vögeln (Tauben). — Jenaische Zeitschr. f. Med., III, p. 101.

Il observa, aprés la section des c. s.-c. des pigeons, de fréquents vomissements qu'il ne conçoit pas comme un symptôme accessoire, mais comme un phénomène indépendant important.

29 Voltolini, Die acute Entzündung des häutigen Labyrinths, gewöhnlich irrthümlich für Meningitis

gehalten. — Monatsschr. f. Ohrenheilk. I. p. 9-14.

1869 30 CARVILLE, Lésions cérébrales, cérébelleuses et des c. s.-c. produites expérimentalement sur des pigeons. - Gaz. méd. XXV. p. 158-59.

Expérience sur un pigeon en sectionnant tous les canaux à droite, le canal horizontal à gauche. Résultats : d'abord mouvements agités et déréglés de la tête, plus tard contorsion persistante de la tête.

31 OGSTON, A., On the Function of the s.-c. c. of the Internal Ear. — Brit. and. For. Med.-chir. — Rev. Londres, XLIV, p. 201-209.

Les c. s.-c. perçoivent la direction des ondes sonores par l'intermédiaire de la conduction osseuse de la tête.

32 GOLTZ, FR., Tageblatt der 43. Versammlung deutscher Naturforscher u. Aerzte in Innsbruck vom 18. — 24 sept. 1869, p. 136-37.

Démonstration de pigeons dont les c. s.-c. ont été opérés et court exposé de son hypothèse.

(Voir n° 33 et Historiqne, p. 48).

1870 33 **GOLTZ, FR.**, Ueber die physiologische Bedeutung der Bgg. des Ohrlabyrinths. — Pflüger's Arch. III, p. 172-192.

(Voir Historique, p. 48).

34 MOON, R., On the functions of the membranous-labyrinth and of the s.-c. c. — Philos. Magazine, XXXIX, p. 248-60.

Les c. s.-c. sont l'organe d'un septième sens (le sixième étant le sens musculaire) qui perçoit l'étendue et la direction des mouvements de la tête.

35 **BRUNNER, G.**, Ueber den bei Krankheiten des gehörorgans vorkommenden Schwindel (Gehörschwindel). — Arch. f. Augen-u. Ohrenheilk, II, 1re partie, p. 63-98.

Causes variées du vertige auriculaire : Pression sur la membrane du tympan, catarrhe de la caisse, maladies du labyrinthe, irritation galvanique. Polémique contre Ménière et Goltz.

36 KNAPP, H., Klinische Analyse der entzündlichen Affectionen des inneren Ohres. — Arch. f. Augen- und Ohrenheilkunde, II, 1, p. 268-324.

Casuistique et critique sur la maladie de Ménière. Les symptômes de vertige, etc. dépendent d'une affection des c. s.-c. Littérature.

37 HITZIG, E., Ueber die beim Galvanisiren des Kopfes entstehenden Störungen der Muskelinnervation und der Vorstellungen vom Verhalten im Raume. — Reichert u. Dubois'Arch., p. 716-770.

Description des symptômes du vertige galvanique. Tournoiement des objets vus vers le cathode ; avec un courant plus fort la tête ou le corps chancelle vers l'anode. Il essaie d'expliquer les phénomènes par irritation cérébrale : les sensations musculaires sont faussées.

1872 38 V. SCHKLAREWSKY, A., Kleinhirn und Bgg. der Vögel. Anatom.-physiolog. Untersuchungen. Vorl. Mittheilung. — Nachr. v. d. kgl. Ges. d. Wissensch. zu. Göttingen. p. 301-309.

Il découvrit chez les oiseaux dans la partie de l'os temporal où se trouvent les c. s.-c., une cavité (cavitas mesoötica), dans laquelle s'étend un appendice du cervelet (Processus cerebelli mesooticus). Lésion des c. s.-c. seuls produit seulement des mouvements pendulaires passagers de la tête ; lésion du processus produit des troubles de l'équilibre et des contorsions de la tête.

39 V. SCHKLAREWSKY, A., Das Kleinhirn und die halbzirkelförmigen Kanäle der Vögel. — Journ. f. norm. u. pathol. Histologie, édité par Rudnew p. 305.

Exposé plus détaillé du n° 38.

40 BŒTTCHER, A., Kritische Bemerkungen und neue. Beiträge zur Literatur des Gehör labyrinths. — Dorpater med. Zeitschr. III. p. 97, particulièrement 108-110.

(Voir Historique p. 49).

41 LUSSANA, F., Sui canali semi-circolari ricerche fisio-pathologiche. — Padoue.

(Voir Historique p. 49).

42 QUINCKE, Zur Physiologie der cerebrospinalflüssigkeit. — Reichert u. Du Bois'Arch. p. 159.

Après l'injection d'une émulsion de cinabre dans l'espace sous-arachnoïdien de la moelle épinière du chien, il retrouva, dans un cas sur cinq, le cinabre dans la rampe tympanique.

1873 43 LŒWENBERG, B., Ueber die nach Durchschneidung der Bgg. des Ohr-labyrinths aufretenden Bewegungsstörungen. — Arch. f. Augen-u. Ohrenheilk. III p. 1-12 (déjà rédigé en 1869).

(Voir Historique p. 49).

44 WUNDT, W., Grundzüge der physiologischen Psychologie. I. Edition. Leipzig. p. 208 (Voir n° 214).

Les symptômes de vertige par rotation etc. sont causés par la pression et le choc de la molle masse cérébrale.

45 BLOCH, J., Sur la fonction des c. s.-c. — Dissertation St-Pétersbourg (En langue russe).

Expériences sur des pigeons. Théorie semblable à celle de de Cyon (Voir n° 54).

46 HASSE, C., Anatomische Studien. — Leipzig, p. 189-541.

Recherches anatomiques sur l'organe de l'ouïe des oiseaux, des tortues, des lézards (de Clason), des grenouilles, des poissons, des cyclostomes (de Ketel).

47 **MACH, E.**. Physikalische Versuche über den Gleichgewichtssinn des Menschen. — Wiener Sitzungsberichte. Tome LXVIII, 3, p. 124-140, 6 novembre 1873.

(Voir n° 62 et Historique, p. 50).

48 **BREUER, J.**, Ueber die Bgg. des Labyrinths. — Anzieger der k. k. Gesellsch. d. Aerzte. Vienne, 20 novembre 1873, p. 15-18.

Communication provisoire du n° 52, pour sauvegarder l'indépendance de ses recherches contre Mach. (Voir historique, p. 52).

1874

49 **CRUM-BROWN, A.**, Preliminary note on the sense of rotation and the function of the s.-c. c. of the Internal ear. — Proceedings of the Royal Society of Edinbourgh. Vol. VIII, p. 255-257.

Communication provisoire du n° 53.

50 CURSCHMANN, H., Ueber das Verhältniss der Halbzirkelkanäle des Ohrlabyrinths zum Körpergleichgewicht. — Deutsche Klinik. Tome XXVI, n° 3.

Communication provisoire du n° 61.

51 MACH, E., Ueber den Gleichgewichtssinn. Dritte Mittheilung. — Wiener Sitzungsberichte. Tome LXIX, 3, p. 44-51.

Remarques sur le rôle que jouent les sensations tactiles, musculaires, etc., sur les perceptions des mouvements. Voir n° 62.

52 **BREUER, J.**, Ueber die Function der Bgg. des Ohrlabyrinths. — Jahrb. d. k. k. Gesellsch. d. Aerzte. Vienne, p. 72-124.

(Voir Historique, p. 52).

53 CRUM-BROWN, A., On the sense of rotation and the anatomy and physiology of the s.-c. c. of the internal ear. — Journal of anat. and physiol., VIII p. 327-331.

(Voir Historique, p. 52).

54 DE CYON, E., Ueber die Function der halbzirkelförmigen Kanäle. — Pflüger's Arch. VIII. p. 306-327

(Voir n° 165 et Historique, p. 52).

55 EXNER, S., Ménière'sche Krankheit bei Kaninchen — Wiener Sitzungs-Ber. Tome LXX, 3e partie, p. 153-155.

L'autopsie de lapins qui avaient montré des contorsions de la tête, des mouvements de rotation, etc., révéla la suppuration de la caisse du tympan, le cervelet étant intact.

56 BUDGE, J., Muthmassungen über die Function des M. stapedius. — Pflüger's Arch., IX, p. 460-476.

La contraction du muscle stapédien produit des mouvements d'onde dans la lymphe; celle-ci réveille dans les c. s.-c. trois sensations isochrones dont le mélange produit le vertige. Ce muscle régularise donc les mouvements du corps.

57 HITZIG, E., Untersuchungen über das Gehirn. — Berlin, p. 196-247 (Reproduction du n° 37), p. 248-260.

Polémique contre Breuer-Mach. La théorie de ceux-i n'explique pas les phénomènes du vertige galvanique, phénomènes qui, comme par exemple les variations de la pupille, n'ont rien à faire avec l'équilibre.

1875 58 **BOETTCHER, A.**, Ueber die Durchschneidung der Bgg. des Gehörlabyrinths und die sich daran knüpfenden Hypothesen. — Arch. f. O. IX, p. 1-71.

(Voir Historique, p. 49).

59 BERTHOLD, E., Ueber die Function der Bgg. des Ohrlabyrinths. — Arch. f. O. IX, p. 77-95.

Expériences sur les pigeons. Lésion des c. s.-c. et de l'appendice de Schklarewsky donne des symptômes différents. (Voir n° 38). Aussi les pigeons narcotisés et privés de leur cerveau montrent les mêmes troubles. La fonction des c. s.-c est donc réflexe et non sensitive

60 BORNHARDT, A., Zur Frage über die Function der Bgg. des Ohrlabyrinths. — Centrälbl. f. d. med. Wissenschaften. p. 321-322.

Les oscillations perçues au moyen des c. s.-c. pendant les contractions des muscles de la tête renforcent les sensations musculaires.

61 CURSCHMANN, H., Ueber das Verhältniss der Halbzirkelkanäle des Ohrlabyrinths zum Körpergleichgewicht. Eine experimentell pathologische Studie. — Arch. f. Psychiatrie. V. p. 458-504.

Expériences sur les pigeons ; extirpation et section des c. s.-c, le cervelet restant intact. Suite de l'opération : avec la force musculaire conservée, incapacité de régler cette force et de s'en servir volontairement ; les troubles moteurs ne sont pas, comme le veut Goltz, dépendants de la position anormale de la tête.

62 **MACH, E.**, Grundlinien der Lehre von den Bewegungsempfindungen. — Leipzig. 127 pages.

(Voir Historique p. 50).

63 **BREUER, J.**, Beiträge zur Lehre vom statischen Sinne (Gleichgewichts organ, Vestibulapparat des Ohrlabyrinths). Zweite Mittheilung. — Jahrbücher der k. k. Gesellsch. d. Aerzte. Vienne. p. 87-156.

(Voir Historique p. 52).

64 JACKSON, HUGHLINGS, Observations on Ménière's disease. Medic. Times and Gazette. Vol. II. p. 161-162.

Le chancellement comme symptôme caractéristique de la maladie de Ménière. Les c. s.-c. règlent les mouvements de locomotion dans leurs rapports les uns avec les autres, les yeux les règlent dans leur rapport avec les objets extérieurs.

65 LUSSANA, F., La malattia di Ménière o la vertigine uditiva. — Gazette med. Lomb. ser. VII. tom. VI (Résumé dans : Rassegna italiana 1875. 285).

Cherche à rapporter la maladie de Ménière à un vertige acoustique.

(Voir Historique p. 49).

66 STEFANI, A., Studi sulla funzione dei canalis semicircolari e relazione di esperimenti fatti per ricercare i rapporti funzionali dei medesimi col cervelletto. — Lo sperimentale. XXXVIII. p. 640-665.

Se rattache à la théorie de Goltz.

67 PUYLIA, G., Sugli effetti della lesione dei canali semicircolari. — Soc. med. chir. in Modena. Resoc. 1875-1877.

1876 68 DE CYON, E., Rapports physiologiques entre le nerf acoustique et l'appareil moteur de l'œil. — Comptes-rendus. LXXXII. p. 856-859. Reproduit aussi dans Gazette médicale. 1875. p. 201.

(Voir n° 165 et Historique p. 52).

69 DONDERS, F. C., Versuch einer genetischen Erklärung der Augenbewegungen. — Pflüger's Arch. Tome XIII- 373-421, surtout p. 407-414.

En inclinant la tête sur le côté, les yeux font constamment un mouvement de rotation du côté opposé; la cause est l'effort vers la compensation.

70 DE CYON, E., Methodik der physiologischen Experimente und Vivisectionen. Petersbourg et Giessen. p. 541-547.

Décrit la méthode de sectionner les c. s.-c. des pigeons, des lapins, des grenouilles.

(Voir Expériences de l'auteur, Chapitre III. p. 82).

71 MICHALSKI, Experimentelle Beiträge zur Frage über die Bedeutung der halbzirkelförmigen Kanäle des Ohrlabyrinths. — Dissertation. — Greifswald. 27 pages.

Expériences sur les pigeons avec section, irritation chimique et électrique et observation des phénomènes connus.

72 BORNHARDT, A., Expérimentelle Beiträge zur Physiologie der Bgg. des Ohrlabyrinths. — Pflüger's Arch. XII. p. 471-521.

Expériences sur les pigeons. Les mouvements de la tête sont réflexes. L'irritation physiologique des nerfs ampullaires provient d'ébranlements qui ont leur origine dans le « tonus musculaire » des muscles adjacents de la tête.

73 STEFANI, A., Studi sulla funzione dei canali semicircolari. — Lecture faite à l'Académie médico-chir. de Ferrare le 6 juillet 1876.

Expériences sur les pigeons, Théorie de Goltz.

74 FERRIER, D., Vom Labyrinth ausgehender Schwindel. — Ménière'sche Krankheit. — West Riding. Reports. 1876. (Rapport détaillé : Arch. f. O. XV. p. 189 ff.)

Application de la théorie de l'équilibre pour l'explication des symptômes de Ménière. Ce n'est pas la sensation de vertige qui est le symptôme essentiel, mais le trouble de la coordination objective.

75 STEFANI, A., Studi sulla funzione dei canali semicircolari, etc. — Lo sperimentale. Décembre.

1877

76 SCHWARTZE, H., Casuistik zur chirurgischen Eröffnung des Warzenfortsatzes. Cas XXXVI. Arch. f. O. XII. p. 125-134.

(Voir Historique p. 52).

77 **TOMASCEWICZ, ANNA**, Beiträge zur Physiologie des Ohrlabyrinths. — Dissertation. Zürich. 91 pages.

Expériences sur les pigeons, les grenouilles, les lapins, les chats. Les c. s.-c procurent la perception de la direction des ondes sonores. Les troubles moteurs sont rapportés soit aux mouvements de fuite contre de grands bruits, soit aux variations des rapports normaux de l'endocrâne. Les sensations de vertige dépendent de la sensibilité générale.

78 STEFANI, A., Contribuzione alla Fisiologia del cervelletto. — Mémoire communiqué à l'Académie méd. — chir. de Ferrare le 24 Nov. 1877.

Communauté de fonctions des c. s.-c et du cervelet.

79 STEFANI ET WEISS, Ricerche anatomiche intorno al cerveletto di colombi sani ed operati nei canali semicircolari. — Communication à l'Académie de Ferrare.

Trouvèrent le cervelet fort dégénéré chez les pigeons dont on avait opéré les c. s.-c.

80 DE CYON, E., Les organes périphériques du sens de l'espace. — Comptes-rendus. LXXXV. p. 1284-85.

(Voir n° 165, Historique p. 52 et n° 81).

1878 81 **DE CYON, E.**, Recherches sur les fonctions des c. s.-c. — Bibliothèque de l'école des hautes études ; section des Sciences naturelles, T. XVIII. Parut en même temps comme thèse pour le doctorat en médecine. Paris.

(Voir n° 165 et Historique p. 52).

82 MUNK, H., Ein Fall von einseitigem Fehlen aller Bgg· bei der Taube — Arch. f. (Anat. u,). Physiol., p. 347-48.

Un pigeon qui pendant la vie présenta des contorsions durables de la tête, fut trouvé à l'autopsie dépourvu de c. s.-c. d'un côté. Preuve de la fonction de l'équilibre des c. s.-c.

83 WOAKES, E., The connection between stomachic and labyrinthine vertigo, — Brit. med. Journal, p. 364-366.

Les symptômes de Ménière causés par une affection du ganglion cervical inférieur.

84 SCHWABACH, Nystagmusartige Augenbewegungen infolge eines Ohrenleidens. — Zeitschr. f. prakt. med., p. 124-125.

Il rapporte le nystagmus à l'irritation des c. s.-c.

85 PFLEGER, E., Nystagmusartige Augenbewegungen-infolge eines Ohrenleidens. — Zeitschr. f. prakt. med., p, 409-410.

Description d'un cas de maladie de l'oreille dans lequel le nystagmus ne pût pas être rapporté à une irritation des c. s.-c,

86 GROOM-ROBERTSON, The s.-c. c. and the « Sense of spare ». Mind III, p. 559-564.

Il attire l'attention des psychologues sur le problème soulevé par de Cyon.

*86a MORISSET, Etude sur la pression intralabyrinthique. Thèse de Paris, 26 juillet.

1879 87 BONNAFONT, Sur quelques états pathologiques du tympan, qui provoquent les phénomènes nerveux que Flourens et Goltz attribuent exclusivement aux c. s.-c. — Comptes rendus, LXXXIX, p. 731-734.

Mouvement du tympan en dedans ou en dehors doit produire, au moyen des osselets de l'ouïe des oscillations de la pression dans la lymphe et par suite irritation des nerfs ampullaires. Ainsi s'expliquent les cas dans lesquels une irritation du tympan produit le vertige.

88 CZERMAK, J., Gesammelte Schriften. I, 2e partie, p. 625-628 et 776-778.

Reproduction des nos 19 et 28.

89 STEFANI, A., Ulteriore communicazione alla fisiologia del cervelletto e dei canali semi-circolari. — Mémoire lu à l'Académie méd.-chir. le 21 juin 1879.

L'autopsie d'un coq qui présentait des troubles d'équilibre montra une dégénérescence du cervelet et de l'appareil vestibulaire. Liaison des deux organes.

90 STEFANI, A., Ulteriore contribuzione alla fisiologia del cervelletto e dei canali semicircolari. — Arch. p. le scienze med. IV, p. 183-189.

Abrégé du no 89.

1880 91 WEBER-LIEL, Ueber Gehörschwindel.— Monatsschr. f. Ohrenheilk. XIV. p. 1 — 4 et 165 — 170.

Les symptômes variés du vertige auriculaire doivent être attribués seulement en petite partie aux affections des c. s.-c, et en grande partie à l'irritation du cerveau au moyen de la pression propagée à travers l'aqueduc du limaçon.

92 **SPAMER C.**, Experimenteller und kritischer Beitrag zur Physiologie der halbkreisförmigen Kanäle. — Plüger's Arch. XXI. p. 479—590.

Expériences nombreuses sur les pigeons avec des irritants mécaniques, thermiques, chimiques et électriques. Les c. s.-c sont de haute importance pour la sûreté des mouvements volontaires. Les troubles moteurs ne sont pas des symptômes d'abolition de fonction, mais des symptômes d'irritation, puisque des impulsions trofortes sont envoyées aux muscles du côté opéré. — Les contorsions durables de la tête commencent quelque temps après l'opération.

93 DUVAL, M., Sens de l'espace. — Prog. méd. n° 9. p. 170.

(Voir Historique p. 58).

94 HOEGYES, A., Sur le mécanisme nerveux des mouvements oculaires associés involontaires ou l'union réflexe des 12 muscles oculaires avec les 12 terminaisons nerveuses des ampoules. — Orvosi Hetilap. n° 17—19 (En langue hongroise). Rapport dans : Jahresber. über d. Fortschr. d. Anat. u. Physiol. XVI. 2. p. 123.

Expériences de rotation sur des lapins normaux et des lapins ayant subi des opérations variées. L'extirpation du labyrinthe fait disparaître les mouvements oculaires réflexes. Les 2 × 6 lieux de terminaison des nerfs dans le labyrinthe sont adjoints par voie réflexe aux 2 × 6 muscles oculaires.

95 v. BERGMANN, Die Lehre von den Kopfverletzungen. — (Deutsche chirurgie von Billroth u. Luecke.) — Stuttgart. p. 241—244.

Le complexus symptomatique de Ménière ne doit pas être attribué à une fissure osseuse traversant le labyrinthe, mais à une lésion concomitante du cerveau.

96 BROWN-SÉQUARD, C. E., Nouveaux faits relatifs à l'action du chloroforme appliqué à la périphérie du système nerveux (peau et conduit auditif externe). — Comptes-rendus de la société de biologie, série 7, tome 2. p. 383.

Le chloroforme introduit dans le conduit auditif externe du marsouin, produit des rotations persistantes.

1881 97 LUCAE, A., Ueber optischen Schwindel bei Druckerhöhung im Ohr. — Arch. f. O. XVII. 4. p. 237—245. Abrégé dans Arch. f. (Anat. u.) Physiol. p. 193—197.

Des douches d'air dans le conduit auditif, la membrane du tympan faisant défaut, produisent le vertige qui disparaît quand on ferme les yeux. Cause : abduction du globe vers le côté irrité produite par la propagation de la pression d'origine externe au liquide cérébro-spinal et par l'irritation centrale qui en résulte. Il rejette la théorie de Goltz.

98 BAGINSKY, B., Ueber die Schwindel-erscheinungen nach Ohrverletzungen. — Berliner Sitzungs-Ber. p. 42.

Communication provisoire du n° 99,

99 **BAGINSKY, B.**, Ueber die Folgen von Drucksteigerung in der Paukenhöhle und die Function der Bgg. — Arch. f. (Anat. u.) Physiol, p. 201-235.

(Voir Historique p. 58).

100 BAGINSKY, B., Die Function der Bgg. des Ohrlaby rinths. — Biolog. Centralbl. I. p. 438-446.

Le contenu correspond essentiellement à celui du n° 99.

101 HŒGYES, A., Ueber die wahren Ursachen der Schwindelerscheinungen bei Drucksteigerung in der Paukenhöhle (Remarques provisoires sur la physiologie et la pathologie des c. s.-c.). — Pflüs ger's Arch. XXVI, p. 558-569.

Contre Baginsky. Autrement la plupart du temp-répétition du n° 94. Irritation des c. s.-c. sans aucune lésion du cervelet produit des mouvements réflexes bilatéraux des yeux. D'autre part les c. s.-c. ne sont pas l'organe de l'espace ou de l'équilibre.

102 SPAMER, C., Noch einige Worte zur Frage der Func tion der halbkreisförmigen Kanäle des Ohres. — Pflüger's Arch. XXV. p. 177-180.

Polémique contre Baginsky. Les contorsions de la tête qui sont durables et qui s'établissent plus tard sont seules attribuables aux lésions du cervelet.

103 LABORDE, Essai d'une détermination expérimentale et morphologique du rôle fonctionnel des c. s.-c. — Bulletins de la société d'anthropologie. Tome IV. Série III. p. 797-801 et 819-840.

Les c. s.-c. sont un appareil sensorio-moteur qui aide à l'ouïe, servant en cela à orienter la tête dans la direction des ondes sonores. Les mouvements suivent par l'intermédiaire du centre de l'équilibre dans le cervelet.

104 MOOS, Ueber Meningitis cerebrosp. epidem, insbesondere über die nach derselben zurückbleibenden combinirten Gehörs-und Gleichgewichtsstörungen. Heidelberg.

Littérature, casuistique, indication des symptômes. Le centre du sens de l'équilibre est le cervelet; les terminaisons nerveuses dans le labyrinthe sont en connexion avec lui, de sorte que leur maladie peut avoir les mêmes suites.

105 MAYER, P., Carcinologische Mittheilungen. der zool. Station zu Neapel. Tome II. p. 197-220, surtout p. 204.

Il confirma les observations de Hensen (Voir n° 22). Les écrevisses placées après la mue sur du marbre pulvérisé se forment des otolithes en marbre.

106 RETZIUS, G., Das Gehörorgan der Wirbelthiere. Morphologisch - histologische Studien. — Stockholm. Tome I : Das Gehörorgan der Fische und Amphibien.
(Voir n° 124.

106*a* HASSE, C., Bemerkungen über die Lymphbahnen des inneren Ohres. Arch. f. O. 1881.

1882 107 BONNAFONT, Réflexions sur les phénomènes nerveux tels que vertiges, titubation, manque d'équilibre etc. généralement attribués aux c. s.-c. pouvant également être produits ou provoqués par la simple pression de la membrane du tympan et de la fenêtre ovale. — Annales des maladies de l'oreille etc..

108 LUCAE, A., Ueber Hämorrhagie und hämorrhagische Entzündung des kindlichen Ohrlabyrinths. — Virchow's Arch. LXXXVIII. p. 556—575.

Un enfant qui venait d'avoir une méningite devint subitement sourd, *et ne montra aucune trace de vertige* ; par contre il eut une étonnante détérioration de la parole, et ne pouvait pas se tenir debout par

suite de faiblesse. L'autopsie révéla de l'inflammation du labyrinthe avec participation spéciale des c. s.-c. Ces derniers n'ont donc rien à faire avec les symptômes de vertige etc.

109 v. BECHTEREW, W., Ueber die functionnelle Beziehung der unteren Oliven zum Kleinhirn und die Bedeutung derselben für die Erhaltung des Körpergleichgewichts. — Pflüger's Archv. XXIX. p. 257—265.

(Voir nos 115 et 116).

110 JAMES, W., The sense of dizziness in deaf-mutes. — Amer. Journal of Otology. IV (16 pages).

L'auteur eut l'idée de faire des expériences sur des sourds-muets; il se disait: si le vertige est dû à des excitations particulières des c. s.-c., il doit en résulter que chez les sourds-muets, qui le plus souvent ont les c. s.-c. détruits, il n'y aura pas de vertige. James plaçait des sourds-muets sur une plateforme tournante et après un certain temps de rotation, il arrêtait le mouvement et observait s'il se produisait du vertige ou non. Sur 519 sourds-muets étudiés il trouva que chez 199 seulement il y avait un vertige net, chez 134 il y avait un vertige léger, enfin 186 ne présentaient aucun vertige; les expériences comparatives faites sur 200 personnes normales ont montré que toutes ces personnes à une exception près ont présenté un vertige net; la différence était donc évidente.

111 KIESSELBACH, Zur Function der halbzirkelförmigen Kanäle. — Arch. f. O. XVIII, 3. p. 152-156.

(Voir Historique p. 58).

112 Mc BRIDE, P., A new theory as to the functions of the s.-c. c. — Journal of anat. and physiol. XVII, p. 211-217.

Les c. s.-c. sont un appareil acoustique; le son perçu par eux produit des réflexes par lesquels l'oreille et l'œil se dirigent vers la source sonore et préparent les mouvements de fuite.

112*a* ERLITZKY, De la structure du tronc du nerf auditif. — Arch. de Neurol.

A montré que le nerf auditif comprend deux faisceaux distincts par le caractère de leurs tubes nerveux ; que la partie supérieure (nerf de l'espace) présente de gros tubes médullaires, avec de larges cylindres-axe, de la grosseur des tubes des nerfs moteurs craniens, avec étranglement classique de la gaine de Schwann, quelques rares tubes de myéline déliés, quelques fibres de Remak ; au contraire, la 2e portion (nerf cochléaire) consiste en fibres fines, grêles, à cylindres très ténus, peu colorés par le carmin, et offrant l'aspect de celles du trijumeau.

113 WEBER-LIEL, Notizen zur Frage über die Entstehung des Gehörschwindels. — Monatssch. f. Ohrenheilk XVI, p. 111-113.

Remarques sur l'article de Bonnafont n° 107.

114 VIGUIER, C., Le sens de l'orientation et ses organes chez les animaux et chez l'homme. — Rev. philosoph. XIV, p. 1-36 (Résumé contenu dans la Revue internationale des Sciences, 1882, p. 255 et 361).

(Voir Historique p. 59).

114*a* LIVON, C., Manuel de vivisection, Baillière, Paris, p. 284.

Voir Ch. III. Expériences de l'auteur p. 82.

114*b* FERRÉ, Contribution à l'étude de la crête auditive chez les Vertébrés. Thèse de Bordeaux.

1883 115 v. BECHTEREW, W., Ergebnisse der Durchschneidungdes N. acusticus nebst Erörterung der Bedeutung der semicirculären Kanäle für das Körpergleichgewicht. — Pflüger's Arch. XXX, p. 312-317.

Expériences sur des chiens. Section unilatérale du nerf acoustique produisit des rotations forcées. Les c. s.-c. sont l'organe de sensations « ampullaires » qui, par voie réflexe, régularisent l'équilibre. Critique des théories d'irritation et d'abolition de fonction. Les désordres dérivent de symptômes d'irritation du côté sain et des symptômes d'abolition de fonction du côté opéré.

116 v. BECHTEREW, W., Zur Physiologie des Körpergleichgewichts. Die Function der centralen grauen Substanz des dritten Hirnventrikels. — Pflüger's Arch. XXXI, p. 479-530.

Expériences sur des chiens. Il y a trois organes périphériques pour le maintien de l'équilibre : l'olive, les c. s.-c. et le IIIe ventricule. Le premier est en rapport avec les sensations tactiles, les c. s.-c. avec les sensations auditives, le IIIe ventricule avec le sens visuel.

117 VULPIAN, A., Expériences relatives aux troubles de la motilité produits par les lésions de l'appareil auditif. — Comptes-rendus. XCVI, p. 90-93.

L'injection d'une solution de chloral dans l'oreille des lapins produisit des troubles moteurs. Autopsie : suppuration de l'oreille interne, organe central sain.

118 DALBY, W. B., The functions of the s.-c. c. — Lancet, 1883, I, p. 386/87.

Il est incertain si les troubles moteurs, etc., qui suivent les irritations de la membrane du tympan relèvent d'affection des c. s.-c.

119 MORISON, A., The functions of the s.-c. c. — Lancet, 1883, I, p. 519/20.

Le vertige qui provient d'une lésion unilatérale de l'oreille serait diminué en bouchant l'autre oreille.

1884 120 ECKERT, Ueber die Ménière'sche Krankheit. — Basel, 99 pages.

Littérature. La maladie de Ménière relève le plus souvent de simple maladie du labyrinthe. Les c. s.-c. sont l'organe des sensations de mouvement. Les troubles proviennent d'irritation ; quand ils font défaut dans les lésions du labyrinthe, il s'agit de cas chroniques ou fortement aigus dans lesquels l'abolition de fonction sans irritation est possible.

121 LICHTHEIM, Pathogen Mukorineen und die durch sie erzeugten Mykosen des Kaninchens. — Rapport là-dessus in-Arch. f. O. XXI. p. 196-97.

Après l'introduction de spores aspergillaires dans les voies sanguines d'un lapin, il se produisit des troubles d'équilibre et du nystagmus. Autopsie : mycéliums dans le labyrinthe membraneux ; organe central intact.

122 v. BECHTEREW, W., Ueber die Verbindung der soge. nannten peripheren Gleichgewichtsorgane mit dem Kleinhirn. — Pflüger's Arch., XXXIV, p. 362-388.

123 SEWALL, H., Experiments upon the ears of fishes with reference to the function of equilibrium. — Journal of physiol., IV, p. 339-349.

Contre la fonction d'équilibre des c. s.-c. ; cependant, il regarde comme vraisemblable la connexion entre l'opération du saccule et les troubles moteurs.

124 RETZIUS, G., Das Gehörorgan der Wirbelthiere. Morphologisch-histologische Studien. — Stockholm. Tome II : Das Gehörorgan der Reptilien, der Vögel und der Säugethiere.

(Voir n° 106).

125 BAGINSKY, B.. Die Beziehungen des Baues, des Labyrinths zur Function desselben.—Congrès pério-

dique internat. des sciences médicales, VIII, session. Copenhague, 10-16 août 1881. Tome I. Section de Physiologie, p. 33-40.

Court exposé de ses recherches expérimentales sur les chiens et de ses arguments contre les suppositions de Goltz et de Flourens.

126 JACOBSON, L., Bericht über die vom 1. April 1881 *bis* 1. April 1884 in der otiarischen Universitätsklinik zu Berlin behandelten Ohrenkranken. — Arch. f. O. XXI, p. 276, surtout p. 287-298.

Casuistique sur la maladie de Ménière et les attaques de vertige suites d'irritations de l'ouïe.

127 BAGINSKY, B., Bemerkungen zu dem « Bericht über... » (Voir nº 126). — Arch. f. O., XXII, p. 143-145.

Les symptômes de vertige cités ne relèvent pas d'irritation du nerf vestibulaire.

128 BAGINSKY, B., Ueber den Ménière'schen Symptomcomplex und die durch Cerebralerkrankungen bedingten Gleichgewichtsstörungen. — Berliner klin. Wochenschr., XXII, p. 70-72.

Les symptômes de la maladie de Ménière relèvent constamment d'une affection du cerveau (Voir historique, p. 58).

129 BAGINSKY, B., B.. Zur Physiologie der Bgg. — Arch. f. (Anat. u.) Physiol., p. 253-256.

Particulièrement contre Högyes (voir nº 101). Expériences nouvelles ; ouverture du labyrinthe chez les chiens. Les troubles relèvent de lésions du cervelet ; où de telles lésions ne sont pas démontrables, les troubles proviennent de variations de pression dans le liquide cérébro-spinal. Expériences de rotation sur des chiens sains.

130 JAKOBSON, L., Ueber die Beziehungen des Hörnerven zum Gleichgewicht (Réponse à M. le Dr Baginsky). — Arch. f. O., XXII, p, 146-150.

Irritation du nerf acoustique peut produire des troubles réflexes de l'équilibre.

1885 131 LABORDE, Essai de détermination expérimentale et morphologique du rôle fonctionnel des c. s.-c. — Les travaux du laboratoire de physiologie de la faculté de médecine de médecine de Paris, p. 31-49.

(Reproduction du n° 103).

132 KNOLL. PH., Ueber experimentell erzeugten Nystagmus und seine Verzeichnung. — Wiener med. Wochenschr. p. 1565-1567.

Communication provisoire du n° 135.

132a FERRÉ. Contribution à l'étude du nerf auditif. — Bull. de la soc. zoolog. de France.

1886 133 DELAGE, Y., Sur les fonctions des c. s.-c. de l'oreille interne. — Comptes-rendus. CIII. p. 749-752.

Communication provisoire du n° 136.

134 DELAGE Y., Sur une fonction nouvelle des otocystes chez les Invertébrés. — Comptes-rendus. CIII, p. 798-801.

Communication provisoire du n° 150.

135 KNOLL, PH., Ueber die nach Verschluss der Hirnarterien auftretenden Augenbewegungen. — Wiener Sitzungsberichte. XCIII. 3. p. 220-223.

Description de l'appareil et de la méthode pour l'inscription du nystagmus produit artificiellement.

136 **DELAGE, Y.**, Etudes expérimentales sur les illusions statiques et dynamiques de direction pour servir à déterminer les fonctions des canaux demi-circulaires de l'oreille interne. — Arch. de zool. expérim. et gén. 2. Sér IV. p. 535-624.

(Voir n° 162 et Historique p. 63).

137 ECKERT, Zur Function der halbzirkelfömigen Kanäle. — Corresp. — Bl. f. Schweizer Aerzte. XVI. p. 11-16.

Il défend son opinion (voir n° 120) contre Baginsky. (n° 128).

138 STEINER, J., Ueber das Centralnervensystem des Haifisches und des Amphioxus lanceolatus und über die halbzirkelförmigen Kanäle des Haifisches — Berliner Sitzungs-Ber. I. p. 495-499.

(Voir Historique p. 68).

139 MACH, E., Beiträge zur Analyse der Empfindungen. — Jena. p. 69-75.

L'organe (c.s.-c.) qui réagit à l'accélération du mouvement n'est peut-être pas un organe de sens spécial, mais donne lieu à des innervations réflexes. Celles-ci représentent les sensations proprement dites de l'espace et du mouvement. — Description d'un appareil. rotatif pour les animaux qui fournit une image immobile de l'animal à observer. (Voir Historique p. 59).

1887 140 SCHRADER, M., Zur Physiologie des Froschgehirns — Pflüger's Arch. XLI. p. 75-90, surtout 87-88.

Expériences sur des grenouilles. Opération du labyrinthe par la cavité buccale. Troubles caractéristiques observés chez les grenouilles dont on a enlevé le cerveau.

141 STEINER, J., Sur la fonction des c. s.-c. — Comptes rendus. CIV. p. 1116-1117.

(Voir n° 138 et Historique p. 68).

142 PREYER, W., Die Wahrnehmung der Schallrichtung mittelst der Bgg. Zum Theil nach Versuchen von K. Schäfer. — Pflüger's Arch, XL, p. 586-622.

Pour 26 différentes directions du son il y avait 29 0/0 de jugements exacts ; toutefois dans les trois plans principaux ces jugements exacts étaient de 30 à 40 0/0. L'énergie spécifique des nerfs des ampoules est de produire une sensation d'espace et de direction unie au son. Que les c. s.-c. sont un organe acoustique, les poissons le prouvent, puisqu'ils n'ont pas de limaçon et pourtant ils entendent.

143 ARNHEIM, F., Beiträge zur Theorie der Localisation von Schallempfindungen mittelst der Bgg. — Dissertation. Jena, 45 pages. Répéta les expériences de Preyer). (Voir n° 142) et y ajouta des expériences avec les oreilles bouchées. Les c. s.-c. servent à la perception la direction de du son.

144 GELLÉ, Sulla parte, che la chiocciola nella produzione dei disturbi dell'equilibrio. — La Trib. med. Juni.

145 EWALD, J.-R. Zur Physiologie der Bgg. — Pflüger's Arch. XLI. p. 463-489.

Expériences sur différentes espèces d'oiseaux. Avec une lésion des c. s.-c. d'égale intensité, les troubles sont d'autant plus grands que normalement il est plus difficile dans les mouvement donnés de maintenir l'équilibre. Pour la même raison les oiseaux ont plus de troubles que les mammifères, ceux-ci plus que les poissons.

(Voir n° 196).

146 KORANYI, A., Zur Theorie der Coordination und Ataxie des Gehens und Stehens. — Orvosi hetilap. nº 41-42. (En langue hongroise). Rapport dans : Jahresber. über d. Fortschr. d. Anat. u. Physiol. XVI, 2, p. 104.

Expériences de rotation sur les lapins. Mouvements de compensation produits par les c. s.-c. par voie réflexe. Le labyrinthe assure la qualité des contractions musculaires nécessaires pour le maintien de l'équilibre du corps.

147 KORANYI. A., Beiträge zur Lehre vom experimentellen Nystagmus. — Math. u. naturiw. Ber. d. ungar. Acad. d. Wiss. Tome V, p. 114. Rapport dans Jahresber. über d. Fortschr. d. Anat. u. Physiol. XVI, 2, p. 130.

Production du nystagmus chez les lapins au moyen de la rotation. Cause du nystagmus : courants dans les c. s.-c.

148 BRUECKE, E., Vorlesungen über Physiologie. Tome II, p. 74-77.

Le nerf vestibulaire est nécessaire pour la sensation de l'équilibre et pour la sûreté des mouvements. Les mouvements de rotation de la tête, etc., ne sont pas des mouvements forcés, mais relèvent de fausses représentations qui sont produites par des sensations inconscientes.

148a SCHAFER, K., Ueber die Wahrnehmung eigener passiver Bewegungen durch den Muskelsinn. — Pflüger's Arch. XLI, p. 566-610.

Analyse des sensations musculaires et articulaires produites dans les diverses variétés de mouvements passifs, sous le refus de l'hypothèse de Mach qui place

les sensations de mouvement dans les c. s.-c. Expériences de rotation chez les animaux.

149 v. BECHTEREW, W., Zur Frage über den Ursprung des Hörnerven und über die physiologische Bedeutung des N. vestibularis. — Neurol. Centralbl. VI. p. 193-198.

Anatomie. Polémique contre Baginsky.

150 DELAGE, Y., Sur une fonction nouvelle des otocystes comme organes d'orientation locomotrice. — Arch. de zool. exper. 2 sér. V. p. 1-23.

Les otocystes des Invertébrés, comme précurseurs phylogéniques du labyrinthe membraneux des Vertébrés, ont aussi ses fonctions: acoustique et *régulatrice des mouvements.* Expériences sur les mollusques et les crustacés par destruction des otocystes. Résultats: Troubles moteurs. L'irritation des nerfs des otocystes agit d'une manière réflexe, mais provoque en même temps des sensations spécifiques.

151 ENGELMANN, TH. W., Ueber die Function der Otolithen. — Zool. Anzeiger, p. 439-444.

L'otolithe n'est pas un organe de l'ouïe, mais un appareil procurant le maintien de l'équilibre. L'auteur étudie sa fonction, surtout chez les Cténophores.

152 KNY, E., Untersuchungen über den galvanischen Schwindel. — Arch. f. Psychiatrie. XVIII, p. 637-658.

Expériences sur l'homme et les animaux. Résultats et hypothèses semblables à ceux de Hitzig (Voir n° 57). Les c. s.-c. ne prennent aucune part au vertige galvanique.

153 VIGUIER, C., Sur les fonctions des c. s.-c. — Comptes-rendus. CIV. p. 868-870.

Attire l'attention sur sa communication précédente n° 114).

153a RUEDINGER, N., Ueber die Abflusskanäle der Endolymphe des inneren Ohres. — Sitzungsber. d. math. Phys. klin. d. k. bayer. Akad. d. Wissensch.

1888 154 BREUER, J., Neue Versuche an den Ohrbgg. — Pflüger's Arch. XLIV, p. 135-152.

Expériences sur les pigeons. Irritation thermique et électrique, entièrement isolée, de chaque c. s.-c. Constamment mouvements de pendule dans le plan du canal irrité. Courants endolymphatiques (produits par) la succion et l'insufflation) occasionnent des mouvements de pendule dans la direction opposée.

155 BRUECKNER, C., Zur Function des Labyrinths. — Virchow's Arch. CXIV. p. 291—300.

Les c. s.-c. servent à la perception des bruits, et on entend le mieux dans chaque position de la tête par le canal qui est situé horizontalement.

156 STEINER, J., Die Functionen des Centralnervensystems und ihre Phylogenese. Deuxième partie : Les poissons. — Brunswick. — Particulièrement : Les c. s.-c des squales, p. 112—123.

Les troubles moteurs ne se produisent jamais avec une lésion simple des c. s.-c., mais seulement quand on empiète sur le vestibule par traction sur les racines du nerf acoustique. Les symptômes sont des mouvements forcés et non pas perte de l'équilibre.

157 KOEPPEN, M., Zur Anatomie des Froschgehirns. — Arch. f. Anat. (u, Physiol.) p. 1—31, particulièrement p. 8.

Connexion entre les faisceaux de l'acoustique et la mœlle épinière.

158 RUEDINGER, N., Ueber die Beziehung der Neuroepithel stellen der beiden Säckchen zu den Schallleitungswegen im Labyrinth. — Sitzungsber. d. Gesellsch. f. Morphologie u. Physiol., München. IV. p. 43/44.

Les différentes directions des cellules neuroépithéliales des deux saccules sont peut-être en rapport avec la fonction d'équilibre des c. s.-c.

159 GELLÉ, Fonctions des c. s.-c. — Études d'otologie p. 234-255.

160 LUCAE, A., Ménière'sche Krankheit. — Eulenburg's Realencyklopädie. Tome XIII. p. 22—30.

Il expose les symptômes et les trouvailles de l'autopsie de la mal. de Ménière et se refuse à attribuer les symptômes aux c. s.-c. — Littérature.

161 AUBERT H., Ueber die Orientirung im Raume bei ruhendem und bewegtem Körper, und über den Schwindel. — Arch. d. Vereins d. Freunde d. Naturg. in Mecklenburg. Tome XLII, p. I—IV du Sitzungsber.

Court résumé des expériences de Delage, Cyon etc. sur l'orientation dans l'espace et le vertige. Les c. s.-c. sont les organes de cette fonction.

162 AUBERT, H., Physiologische Studien über die Orientirung unter Zugrundelegung von Yves Delage, Etudes expérimentales etc. Mit einem Auhang : Purkinje's Bulletin von 1825 : Ueber den Schwindel. — Tubingue 122 pages.

Traduction du n° 136 avec quelques additions. Reproduction du n°7.

163 LOEB, J., Die Orientirung der Thiere gegen die Schwerkraft der Erde. (Thierischer Geotropismus). — Sitzungsb. d. Physikalisch-med. Gesellsch. zu Würzburg. p. 5—10.

Les mouches et les blattes privées de leurs ailes s'efforcent constamment (après exclusion de la lumière) de prendre la position la plus verticale possible, pour obtenir la direction de leurs mouvements avec la tête en haut. (Geotropisme négatif). La cause est dans l'organe de l'ouïe qui distingue la direction et l'intensité des vibrations musculaires, et par suite des mouvements.

164 MULDER, M. E., Ons oordeel over verticaal, bij neiging van het hoofd naar rechts en links. — Feestbundel van Donders p. 340.

(En langue hollandaise).

165 **DE CYON, E.**, Gesammelte physiologische Arbeiten. — Berlin. p. 250—339.

Contient les nos 54. 68. 80 et 81 en langue allemande.

166 EWALD, J. R., Zur Physiologie der Bgg. — Tageblatt der 61. Versammlung deutscher Naturforscher u Aerzte in Köln vom 18. — 23. Sept. 1888. p. 74—76. Wissenschaftlicher Theil.

Exposé de sa méthode de plombage. Voir n° 196.

1889

167 EWALD, J. R., Zur Physiologie der Bgg. Ueber Bewegungen der Perilymphe. — Pflüger's Achv. XLIV. p. 319—326.

Mouvement rythmique de la périlymphe, observé sur un pigeon, synchrone des mouvements du bec ou de la machoire inférieure, produit par traction sur la membrane du tympan.

168 STEINER, J., Der Ménière'sche Schwindel und die halbzirkelförmigen Kanäle. — Deutsche med. Wochenschr. p. 958—960.

Les c. s.-c. n'ont rien à voir avec l'équilibre. Les troubles qui suivent leur section etc, sont dûs à la traction sur la moelle cervicale. Le mouvement de manège s'explique par l'abolition centrale unilatérale des sensations tactiles et musculaires.

169 DELAGE, Y., La fonction non auditive de l'oreille interne. — Revue scientifique. 3. Sér. Tome XVIII. p. 616-618.

Court exposé populaire de ses recherches sur les illusions statiques et dynamiques.

(Voir n° 136 et Historique p. 63)

170 CRUM-BROWN, A., Our sensations of motion. — Nature. Vol. XL. p. 449-453.

Exposé populaire de sa théorie sur les sensations des mouvements de translation et de rotation. (Voir n° 53 et Historique p. 52)

171 CRUM-BROWN, A., Les sensations de mouvement. — Rev. scientifique. 3. sér. Tome XVIII. p. 545-551.

Traduction du n° 170.

172 MUENSTERBERG, H., Raumsinn des Ohres.—Beiträge zur exper. Psychologie. Brochure 2. p. 182-234.

Recherches expérimentales sur la localisation du son. Les c. s.-c. sont l'organe de la localisation du son, en ce qu'ils produisent des mouvements réflexes de la tête qui placent celle-ci dans la position où l'audition est la plus nette. Dans le système des sensations musculaires produites par chaque mouvement de la tête réside le sens de l'espace de l'oreille.

173 LUBBOCK, J., Die Sinne und das geistige Leben der (Thiere insbesondere der.) Insecten. — Internat. Wissensch. — Bibl. Tome LXVII. Leipzig. Chapitres 4, 5, 13.

Description de l'organe de l'ouïe des animaux inférieurs. Il se refuse à admettre un sens spécial de direction.

1890 174 EWALD, J. R., Ueber motorische Störungen nach Verletzung der Bgg. — Centralbl. f. d. med. Wissensch. XXVIII. p. 114-116 et 130-132.

L'extirpation unilatérale des c. s.-c. produit un affaiblissement unilatéral de la musculature striée. Voir n° 196.

175 MYGIND, V., Uebersicht über pathologisch-anatomischen Veränderungen der gehörorgane Taubstummer. — Arch. f. O. XXX. p. 79-118, surtout p. 112.

Sur 118 autopsies de sourds-muets il y eut 50 0/0 de changements pathologiques des c. s.-c.

176 AYERS, H., On the origin of the internal ear and the functions of the s.-c. c. and cochlea. — The Lake Lab. Milwaukee Wisc. le 21 mai p. 1.

177 KRAUSE, R., Entwicklungsgeschichte der häutigne Bgg. — Arch. f. mikrosk. Anat. Tome XXXV. p. 287-301.

Littérature. Recherches sur les embryons de lapins et de cochons. Les c. s.-c. proviennent de la vésicule labyrinthique primitive au moyen d'échancrures en forme de poches de ses parois.

178 v. BECRTEREW, W., Ueber die Erscheinungen, welche

die Durchschneidung der Hinterstränge des Rückenmarks bei Thieren herbeiführt, und die Beziehung dieser Stränge zur Gleichgewichtsfunction. — Arch. f. (Anat. u.) Physiol. p. 489-504.

179 EWALD, J. R., Die Abhängigkeit des galvanischen Schwindels vom inneren Ohr. — Centralbl. f. d. med. Wissensch. XXVIII. p. 753-755.

Les pigeons auxquels on a extirpé entièrement l'oreille interne des deux côtés n'ont pas de vertige galvanique.

180 v. KRIES, J., Ueber das Erkennen der Schallrichtung. — Zeitschr. f. Psychol. u. Physiologie des Sinnesergane. I. p. p. 235-251.

Expériences sur la localisation du son. Il ne se décide sur aucune théorie.

180a BONNIER, P., Le sens auriculaire de l'espace. Thèse de Paris, 14 mai.

1891 181 **BREUER, J.**, Ueber die Function der Otolithen apparate. — Pflüger's Arch. XLVIII. p. 195-306.

Il y a des sensations spécifiques de position et de mouvement de translation. Parlent en faveur de cette idée : les déplacements durables des yeux, la position de la tête étant oblique; l'enquête de James sur les sourds-muets (voir n° 110); les expériences sur les grenouilles avec extirpation de tout le labyrinthe ou section du nerf acoustique, sur les poissons avec destruction des otolithes; la torsion durable de la tête chez les pigeons opérés, etc. Les organes de ces sensations sont les appareils otolithiques qui, chez les mammifères au nombre de deux, chez la plupart des autres vertébrés au nombre de trois de chaque côté, sont disposés en deux ou trois plans perpendiculaires entre eux. L'irritation physiologique est la gravitation des otolithes.

182 **LOEB, J.**, Ueber Gestropismus bei Thieren. — Pflüger's Arch. XLIX. p. 175-189.

Expériences sur les squales. *Extirpation unilatérale* des otolithes; Résultats : Position latérale au repos et à la nage, rotation latérale des yeux et des nageoires pectorales. *Extirpation bilatérale :* Indifférence à toute attitude.

Les otolithes forment ainsi un appareil (à distinguer des c. s.-c.), qui précise la position par rapport au centre de la terre. C'est seulement quand la traction et la pression de l'otolithe sont dans un sens déterminé que l'animal est au repos.

183 LOEB, J.. Ueber den Antheil des Hörnerven an den nach Gehirnverletzung auftretenden Zwangsbewegungen, Zwangslagen und associirten Stellungsänderungen der Bulbi und Extremitäten. — Pflürger's Arch. L. p. 66-83.

Expériences sur les squales. Les troubles moteurs qui suivent la lésion du mesencéphale et de la moelle allongée résultent de ce que chaque organe contient une partie constituante du nerf acoustique. La section unilatérale du nerf acoustique affecte les muscles des deux côtés, mais surtout ceux du côté opposé.

184 **VERWORN, M.**, Gleichgewicht und Otolithenorgan. Pflüger's Arch. L. p. 423-472.

Expériences sur les Cténophores avec destruction des otocystes, section de l'animal, etc. L'animal normal a des positions d'équilibre déterminées, l'animal opéré n'en a plus.

La pression de l'otolithe régularise par voie réflexe les mouvements ciliaires qui mettent l'animal dans la position en rapport avec la pression de l'otolithe, c'est-à-dire dans la position d'équilibre. L'auteur propose les noms de « statocystes » et de « statolithes ».

185 EWALD, J. R., Bedeutung des Ohres für die normale Muskelcontraction. — Centralbl. f. Physiol. V. p. 4-6.

La courbe de contraction des muscles et la courbe tétanique sont changées sur le côté opéré ; les muscles oculaires sont les moins compromis ; puis viennent les mscles masticateurs, cervicaux et laryngiens, puis ceux du bras, du thorax, de l'abdomen. Ceux qui sont les moins compromis sont les muscles des jambes.

186 SCHAEFER, .K, Ueber den Drehschwindel bei Thieren. — Naturw. Wochenschr, VI, p. 248-49.

Expériences sur des escargots. Quand la tête est placée vers la périphérie sur le disque rotatif, les escargots pendant une courte rotation se tournent contre le sens ds la rotation ; pendant une rotation plus longue ils rampent contre le sens de la rotation ou vers le centre.

187 SCHIFF, M., Sur le rôle des rameaux non auditifs du nerf acoustique. — Arch. des sciences phys. et nat. III pér. Tome XXV, p. 194-223.

Expériences sur des grenouilles. Après la section unilatérale du nerf acoustique ils ne montrent sur le disque rotatif qu'une réaction unilatérale, tandis qu'ils n'en montrent aucune après la section bilatérale. Les troubles sont des symptômes de paralysie. Polémique contre le « sens de l'équilibre ». Après la section du nerf acoustique les chiens ne montrent que des troubles peu importants, mais ils ne peuvent plus sauter de la table.

188 LANGE, B , Inwieweit sind die Symptome, welche nach Zerstörung des Kleinhirns beobachtet werden, auf Verletzungen des Acusticus zurückzuführen ? — Pflüger's Arch. L. p. 615-625.

Les symptômes du cervelet et les symptômes des c. s.-c. sont à différencier. La perte d'un organe n'empêche pas la production des symptômes après la lésion de l'autre. Chacun des organes peut compenser la lésion de l'autre. C'est pourquoi aucune compensation n'a lieu après la destruction des deux.

189 LUSSANA, F.. I canali semicircolari e la malattia di Ménière. — Naples.

Les c. s.-c. sont un organe de l'ouïe. Les symptômes de Ménière n'ont rien à faire avec les c. s.-c.

190 BONNIER, P., Physiologie du nerf de l'espace. — Comptes-rendus, CXIII, p. 566-568.

Le prétendu nerf de l'espace (de Cyon) est le nerf de l'espace sonore. Il détermine la localisation du son.

191 ALIX,. E, Le prétendu sens de direction chez les animaux. — Revue scientifique, II, p. 532-534.

Il nie l'existence d'un sens spécial de direction au moyen duquel les animaux, partis à une grande distance de leur point de départ, pourraient y revenir.

192 SCHAEFER, K., Ueber Gleichgewicht und Bewegungsempfindungen. -- Naturwissensch. Wochensch. VI, p. 26-27.

(Voir n° 148 a.).

193 FANO et MASINI. Beitrag zur Physislogie des inneren Ohres. — Centralbl. f. Physiol. IV. p. 787-88.

Contre une fonction non-acoustique des c. s.-c. Le troubles moteurs ne sont pas toujours dans la direction du canal lésé et sont la suite d'un vertige auditif.

(Voir Historique p. 69).

193*a* BONNIER, P., Les organes périphériques du sens de l'Espace chez les Invertébrès. — Mémoire déposé à l'Acad. des sciences, juin 1891.

1892 194 MATTE, E., Ein Beitrag zur Function, der Bgg, des Labyrinths. — Dissertation. Halle 43 pages.

Littérature. Expériences sur des pigeons au moyen de la section, de l'irritation électrique et du sondage des c. s.-c. Il observe les troubles connus de l'équilibre.

195 **KREIDL, A.**, Beiträge zur Physiologie des Ohrlabyrinths auf Grund von Versuchen an Taubstummen. — Pflüger's. Arch. LI. p. 119-150.

Pour étudier les effets du vertige chez les sourds-muets il se plaçait avec le sujet étudié sur la plate-forme tournante et il observait les yeux du sujet ; on sait qu'une personne normale après avoir été placée sur une plate-forme tournante présente un vertige accompagné de mouvements des yeux dans le plan horizontal. Kreidl trouve sur 105 sourds-muets étudiés que 72 ne présentent pas les mouvements des yeux qui accompagnent le vertige. (Voir Mygind n° 175).

Une deuxième série d'expériences faites par Kreidl a consisté à placer le sujet sur la plate-forme et à lui faire indiquer la verticale ; pour cela le sujet avait les yeux fermés et il devait placer une aiguille dans le sens qui lui paraissait vertical ; l'expérience faite sur des personnes normales montre que celles-ci placent l'aiguille toujours dans une direction oblique ; sur 53 sourds-muets étudiés, 12 ont placé l'aiguille dans une direction verticale.

Enfin l'auteur a étudié si les sourds-muets ne présentent pas certains troubles locomoteurs dans des conditions où il est nécessaire de se tenir en équilibre ; il leur fit faire, les yeux ouverts puis fermés, les exercices suivants : marcher en ligne droite, se tenir debout sur deux pieds et sur un pied, passer par-dessus un arbre couché sur le plancher ; les 17 sujets expérimentés ont tous sans exception présenté des troubles marqués de la locomotion ; un seul des actes précédents pouvait être exécuté par les sourds-muets aussi bien que par des individus normaux, c'est la station sur les

deux pieds; tous les autres actes étaient réalisés par les sourds-muets avec beaucoup de maladresse, Kreidl arrive à la suite de ces expériences à la conclusion que les c. s.-c jouent un rôle important dans le maintien de l'équilibre de notre corps.

196 **EWALD, J. R.**, Physiologische Untersuchungen über das Endorgan des Nervus octavus. — Wiesbaden, XI et 316 pages, 4 tableaux.

(Voir Historique, p. 76 et Bibliographie n° 258 *a*).

197 GIRARD, H.. Recherches sur la fonction des c. s.-c. de l'oreille interne chez la grenouille. — Arch. de physiol., V. sér. Tome IV, 2, p. 353-365.

Expériences sur les grenouilles. Extirpation bilatérale du labyrinthe : Désorientation complète. Unilatérale : Position et mouvement asymétrique. Les muscles du côté opposé sont plus forts. Les c. s.-c. fournissent des sensations d'équilibre; les mouvements du côté opposé sont compensateurs.

198 BROWN-SÉQUARD, M., Localisation prétendue de fonctions diverses dans les centres nerveux et surtout dans certaines parties des organes auditifs. — Arch. de physiol. V. sér. Tome IV, 2, p. 366-368.

Polémique contre l'hypothèse énoncée par Girard (n° 197).

199 WLASSAK, Die Centralorgane der statischen Functionen des Acusticus. — Centralbl. f. Physiol., VI, p. 457-463.

L'organe central qui recueille les excitations labyrynthiques s'étend du mésencéphale jusqu'au commencement de la moelle épinière.

200 COHN, M., Ueber Nystagmus bei Ohr affectionen. — Berl. klin. Wochenschr., p. 1052-1054 et 1074-1077.

Dans les inflammations purulentes de l'oreille moyenne, le nystagmus se produit rarement spontanément ; le plus souvent c'est par irritation mécanique. Il est produit vraisemblablement par la simple irritation réflexe du labyrinthe.

201 JENSEN, P., Ueber den Geotropismus niederer. Organismen. — Dissertation. Iéna, 56 pages.

202 GAD, J., Die statische Function des Ohres. — In : Handbuch der Ohrenheilkunde, publié par H. Schwartze, I, p. 321-323 (Littérature, 54 n^os^) et 351-363.

Les sensations conscientes avec les réflexions qu'elles engendrent seraient moins propres à la régulation constante et nécessaire de l'équilibre du corps. Pour que la régulation se fasse plus sûrement et rapidement, nous avons besoin de sensations *inconscientes* qui entretiennent par voie réflexe un *tonus des muscles du corps* conforme au but à atteindre.

203 LEE, F. G, Ueber den Gleichgewichtssinn. — Centralbl. f. Physiol., p. 508-512. — Communication provisoire.

Expériences sur les squales. Les opérations et les rotations donnent des troubles moteurs très caractéristiques. Voir n° 223.

204 MASINI, G., Sulle vertigini auditive. — Arch. italiano di Otologia. Tome I, 4.

205 KREIDL, A., Weitere Beiträge zur Physiologie des Ohrlabyrinths, 1re communication : Expériences sur le Poissons. — Wiener Sitzungs Ber. Math.-naturw. Kl. CI, 3, p. 460-480.

Après l'extirpation des otolithes les squales nagent et se tiennent dans toutes les positions possibles; après l'extirpation des c. s.-c., mouvements de rotation. Les animaux normaux soumis à la rotation offrent une réaction certaine, les opérés n'en offrent pas.

206 v. STEIN, ST., Fonctions du labyrinthe. En langue russe.

Voir n° 232.

206a BONNIER, P., Sur les fonctions tubo-tympaniques. — Soc. de Biol., 26 nov. 1892.

1892
1893 207 WLASSAK, Die statischen Functionen des Ohrlabyrinths und ihre Beziehungen zu den Raumempfindungen. — Vierteljahrsschr. f. wissenschaftl. Philosophie. Tome XVI, p 385-403 et tome XVII, p. 15-29.

Les c. s.-c. fournissent les sensations de rotation, de translation, de position. La notion de l'espace est donnée d'une part par les sensations labyrinthiques, d'autre part par les mouvements réflexes produits par chaque labyrinthe.

1893 208 v. STEIN, ST., Appareil servant à déterminer les déviations des fonctions du labyrinthe de l'oreille et sa démonstration. Communication préliminaire. — Congrès international de zoologie, II session à Moscou du 10/22 — 18/30 août 1892, II, p. 208-214.

L'appareil (« le goniomètre statique ») montre combien de degrés chacun peut s'agenouiller passivement vers la terre avant de perdre l'équilibre. L'appareil montre distinctement la connexion entre l'affaiblissement de la capacité de régler l'équilibre et les affections de l'oreille.

209 FANO, G., et MASINI, G., Lo sperimentale, XLVII, fasc. 5-6.

(Voir n° 240).

210 FANO, G., et MASINI, G., — Effete degli lesione portati sull' organo dell udito ricerche sperimentali. — Lo sperimentale, XLVII, p. 353.

(Voir n° 239).

211 BONNIER, P., Sur les fonctions otolithiques. — Comptes-rendus hebdomad. de la Soc. de Biologie. Série IX. Tome V. p. 187-190.

Les appareils otolithiques sont des appareils de sens pour l'orientation dans l'espace au moyen de la perception des ébranlements.

212 BONNIER, P., Sur les fonctions otocystiques. — Comptes rendus Soc. de Biologie. Série IX. Tome V, p. 385-388.

Les otocystes ont une fonction pareille aux otolithes. Voir n° 211.

213 STAMOFF, D. Z., Recherches cliniques sur le vertige électrique dans les maladies de l'oreille. — Dissertation. Genève, 96 pages.

214 WUNDT, W., Grundzüge der physiologischen Psychologie. IV, édition. — Leipzig. Tome I, p. 207-212. Tome II. p. 23-32.

(Voir n° 44).

Le cervelet n'est pas ou n'est pas exclusivement l'organe central pour l'appareil sensoriel des ampoules et des c. s.-c. Discussion psychologique des notions de position et de mouvements du corps. Les c. s.-c. ont

une fonction avant tout réflexe. Ils donnent aussi vraisemblablement des sensations ; pourtant ils ne forment pas un organe de sens spécial, mais seulement une région interne de l'organe tactile général.

215 HENSEN, V., Vortrag gegen den sechsten Sinn, gehalten im physiologischen Verein zu Kiel am 12 Juni, 1893 — Arch. f. O. XXXV. p. 161—177.

Contre la fonction non-acoustique de l'appareil vestibulaire. Polémique contre le défenseur du « sixième sens ». Un organe de sens dont les sensations ne peuvent pas être perçues avec la plus grande attention est inconcevable.

216 GOTTWALD G., Beitrag zur Lehre von den Functionen der Bgg. — Dissertation. Erlangen. 30 pages.

Un enfant phthisique et souffrant d'une otite de la caisse manifesta quelquefois des mouvements pendulaires horizontaux de la tête. Autopsie : Le c. s.-c horizontal droit complètement détruit ; les autres c. s.-c et le limaçon intacts.

217 POLLAK, J., Ueber den galvanischen Schwindel bei Taubstummen. — Plüger's. Arch. LIV. p. 188—207.

La galvanisation de la tête produit constamment chez les personnes normales des mouvements typiques de la tête et des yeux ; par contre ceux-ci font défaut chez 30 0/0 des sourds-muets. Rentrent dans ce chiffre le plus grand nombre de ces sourds muets chez lesquels les mouvements de rotation ne donnent pas de réaction. (Voir n° 195). De sorte que les causes des symptômes de vertige galvanique résident dans l'appareil des c. s.-c.

218 BUNTING, MARTHA, Ueber die Bedeutung der Otolithenorgane für die geotropischen Functionen von Astacus fluviatilis. — Pflüger's Arch. LIV. p. 531—537.

La rotation ne produit pas chez les écrevisses de rivière normales des mouvements de compensation ; celles dont les organes otolithiques ont été opérés n'ont pas de mouvements forcés, mais des troubles géotropiques.

219 KREIDL, A., Zur Lehre vom Gleichgewichtsorgan. — Centralbl. f. Physiol. VII. p. 165—168.

La galvanisation de la tête et les rotations passives du corps chez un individu entièrement sain ne produisent qu'en partie les symptômes de réaction connus. Kreidl conclut à une anomalie fonctionnelle de l'appareil otolithique et des c. s.-c.

220 KREIDL, A. Weitere Beiträge zur Physiologie des Ohrlabyrinths. II. communication: Expériences sur des écrevisses. — Wiener Sitzungs-Ber. Math. naturw. Kl. CII, 3, p. 149—174.

A l'exemple de Hensen il laisse l'écrevisse se former des otolithes artificiels en fer. L'approche d'un aimant produit alors une position de travers opposée à la force physique d'attraction. — L'extirpation des otolithes produit (après exclusion de la vue) des troubles moteurs marqués. La réaction rotatoire chez le Palæmon normal se fait régulièrement, mais fait défaut chez l'opéré. — Les otolithes sont les organes pour les sensations de position et de mouvement.

221 HURST, C. H., Biological Theories IV. Supposed Auditory organs. — Natural science (London and New-York). Vol. II, p. 350.

Recherche d'une preuve qu'une excitation des cheveux auditifs des crustacés par le son est physiquement impossible.

222 HURST, C. H., Biological Theories V. Suggestion as to the true functions of Tentaculocysts, Otocysts

and Auditory Sacks. — Natural Science (London and New-York). Vol. II, p. 421.

Les tentaculocysts, les otocysts et les sacs auditifs ont en réalité la tâche de diriger l'animal automatiquement dans l'endroit le plus sûr et le plus riche en nourriture.

223 LEE, F. S., A study of the sense of equilibrium in fishes. Journal of Physcol vol. XV, p. 311-348.

Expériences sur les poissons. Dans l'oreille se trouvent les organes sensoriels : *a*) pour l'équilibre dynamique (sensation de rotation ; mouvements compensateurs : c. s.-c.) ; *b*) pour l'équilibre statique (sensations de position ; positions normales : organes otolithiques).

*223a BINET, A., Le mouvement de manège chez les Insectes. Revue philos. 1893.

*223b EXNER, S., Negative Versuchsergebnisse über das Orientierungsvermoegen der Brieftauben. Sitz. Akad. Wiss. Wien. CII, H t. 3-7.

Les sensations reçues par l'appareil vestibulaire n'ont aucun rôle dans l'orientation des pigeons qui volent vers leur demeure.

*223c BONNIER, P., Vertige. Bibliothèque méd. Charcot-Debove, 1893.

1894 224 MEUMANN, E., Untersuchungen zur Psychologie und Aesthesik des Rhythmus. I. — Philosoph. Studien. X, p. 270.

L'union particulièrement intime entre les impressions périodiques de l'ouie et les mouvements rythmiques du corps explique peut-être pourquoi les excitations qui atteignent l'oreille produisent en même temps des sensations auditives et (par irritation des c. s.-c.) des changements dans le tonus des muscles volontaires.

224a GRUNBERG, BRAINA, Dissertation inaugurale. Université de Berne.

L'auteur rapporte les résultats de ses recherches : 1° sur l'infection expérimentale des c. s.-c. de lapins au moyen des spores de l'aspergillus fumigatus ; 2° sur l'irritation de l'oreille externe par le froid ; 3° sur la stimulation électrique des organes de l'ouïe.

Dans les expériences d'infection, seulement la minorité des cas manifestèrent des troubles de l'équilibre. L'inoculation fut faite par la veine jugulaire ou la veine auriculaire.

Dans les cas *positifs* un lacis mycélial fut trouvé dans le labyrinthe. L'état des labyrinthes dans les cas *négatifs* n'est pas mentionné.

Dans presque tous les cas, sur une série de malades, une fine pulvérisation de chlorure d'éthyle faite dans le méat externe produisit le vertige, ce qui prouve que l'état vertigineux produit par l'injection d'eau froide est dû à la contraction réflexe des vaisseaux du labyrinthe excité par le froid, et non à l'effet mécanique de l'eau.

Dans la troisième série d'expériences sur des oreilles normales, la fermeture du cathode, la fermeture de l'anode et l'ouverture de l'anode d'un courant constant de 4 à 5 milliampères produisirent le vertige dans la direction de l'oreille opposée, accompagnée quelquefois de nystagmus. Quand les oreilles sont affectées d'inflammation suppurative chronique ou de perforation sèche, l'effet fut produit par des courants bien plus faibles. Dans un cas d'ébranlement labyrinthique aucun vertige ne fut produit par un courant plus faible que 10 milliampères.

225 MATTE, Experimentelle Untersuchungen über die Function des Ohrlabyrinths der Tauben. — Fortschritte d. Medicin, XII, p. 123-127.

Communication provisoire du n° 233.

226 EWALD, J.-R.. Ueber die Wirkung des Labyrinthtonus auf die Zugcurve des Muskels, Naturw..med.

Verein in Strassburg. 18 oct. 1893. — Deutsche med. Wochenschrift, p. 69.

Différence de la courbe de contraction musculaire chez la grenouille avant et après la destruction du labyrinthe.

227 SCHAEFER, K., Function und Functionsentwicklung der Bgg. — Zeitschr. f. Psychol. u. Physiol. d. Sinnes organe, VII, p. 1-9.

Expériences sur les larves de grenouilles. La première apparition du vertige rotatoire coïncide avec l'achèvement du développement des c. s.-c. Ces c. s.-c. sont donc un organe d'équilibre.

*227a HODGE, C. F., The method of homing pigeons. Pop. Science Monthly XLIV, 6.

Il paraît ne pas exister un *sens spécial de direction*, et les pigeons se dirigent comme le feraient des hommes placés dans des conditions analogues.

228 WEGENER, H., Die statische Labyrinth-théorie. — Naturw. Wochenschr, IX, p. 189-192.

Exposé populaire de la théorie statistique du labyrinthe. L'auteur admet un sixième sens.

228a v. BECHTEREW. W., Les voies de transmission dans le cerveau et la moelle épinière.

(En langue russe ; traduit en Allemand).
Dans le chapitre 4 qui traite du cervelet, l'auteur étudie les rapports du cervelet avec la question du maintien de l'éqnilibre du corps et la coordination des mouvements.

229 SCHAEFER, K., Zur Entwicklungs-geschichte der Bgg. Naturw. Wochenschr, IX, p. 253-254.

Les c. s.-c. naissent par la formation de poches, le canal horizontal le premier.

229a BONNIER, P., Réflexes auriculaires. Soc. d'otologie de Paris, 3 fév.

230 MACKENZIE, St., The nature, diagnosis, Prognosis and Treatment of Aural vertigio. — Brit. Med. Journal. I. p· 953—956.

Le vertige auriculaire; relevant d'un trouble de la coordination locomotrice, a son siège dans les c. s-.c.

230a BONNIER, P., Orientation auditive. Soc. d'otologie de Paris, 6 avril.

231 DALBY, W., A note on auditory vertigo. — Brit. Med. Journal. I. p. 1012.

S'accorde avec Mackenzie. (Voir n° 230).

231a BONNIER, P.. La pariétale ascendante. Soc. de Biologie, Paris, 29 juin.

231b BONNIER, P., Homologation morphologique de l'oreille interne. Soc. d'otologie de Paris, 6 juillet.

231c BONNIER, P., Lè nerf labyrinthique. Nouvelle iconographique de la Salpêtrière, nov. 1894.

231d BONNIER. P., Sur la tension normale des liquides labyrinthiques et céphalo-rachidiens. — Soc. de Biologie, 29 déc.

232 **V. STEIN, ST.**, Die Lehren von den Functionen der einzelnen Theile des Ohrlabyrinths, zusammen gestellt von v. Stein. Aus dem Russischen übersetz- für die deutsche Ausgabe bearbeitet und herausgegeben von C. v. Krzywicki. Mit 190 Abbildungen — Jena 1894. — Theil III : Ueber die Functionen der Maculae des Vorhofs und der Cristae der halbkreisförmigen Kanäle, p. 173—516.

(Voir n° 206 et Historique, p. 69).

233 MATTE, Experimenteller Beitrag zur Physiologie des Ohrlabyrinths. — Pflüger's Arch. LVII. p. 437—475.

Expériences sur les pigeons; soudage et extirpation. Cause des troubles moteurs: fonctionnement imparfait ou abolition du sens d'équilibre. Les c. s.-c. sont seuls des organes d'équilibre, les otolithes (contre Breuer) etc.) acoustiques. — Le tronc acoustique (coutre Ewald) n'est pas excitable par le son.

234 BERNSTEIN, Ueber die specifische Energie des Hörnerven, die Wahrnehmung binauraler (diotischer) Schwebungen und die Beziehungen der Hörfunction zur statischen Function des Ohrlabyrinths. — Pflüger's Arch. LVII. p. 475 (surtout 488) à 494.

Il confirme les observations et les conclusions de Matte (n° 233). Par l'historique du développement il cherche à expliquer la différentiation de l'oreille interne en un organe acoustique et en un organe d'équilibre. La fonction d'équilibre des c. s.-c n'est pas une fonction sensorielle spéciale.

235 BETHE, A., Ueber die Erhaltung des Gleichgewichts. — Biolog. Centralbl. XIV. p. 95-114.

Expériences sur les scarabées aquatiques, les cloportes, les larves d'ephémères, etc. Les animaux dépouvus d'otolithes soit naturellement soit par opération se tiennent en équilibre purement mécaniquement, en ce que le centre de gravité descend le plus bas possible.

236 BETHÉ, A., Ueber die Erhaltung des Gleichgewichts Biolog. Centralbl. XIV. p. 563-582.

Expériences de chute sur les pigeons. Dans les positions habituelles des ailes domine le maintien mécanique de l'équilibre, non la physiologique. — Opérations

sur les poissons. Les symptômes s'adaptent à la théorie d'Ewald.

237 MUENSTERBERG, H., Studies from the Harvard Psychological Laboratory. c. The localisation of sound By H. Münsterberg and. A. H. Pierce. — Psychological Review. I. p. 461-476.

Expériences sur la localisation des sons, en partie pendant en partie après la rotation passive du corps. Les résultats étayent la théorie de l'auteur sur les sensations de mouvement. (Voir n° 172).

238 BRUCK, ALFR., Ueber die Beziehungen der Taubstummheit zum sogenannten statischen Sinn. — Pflüger's Arch. LIX. p. 16-42.

L'auteur s'est arrêté spécialement sur l'étude chez les sourds-muets de certains actes qui nécessitent une attention appliquée à l'équilibre du corps. Voici les actes étudiés: marcher en ligne droite, sauter sur un pied en ligne droite, se tenir debout sur un pied, se balancer debout sur une planche fixée par les deux extrémités et située à une hauteur de 40 centimètres du sol. Tous ces actes devaient être effectués les yeux fermés et ouverts. Pour avoir quelque point de comparaison les mêmes expériences ont été refaites avec des personnes normales.

68 sourds-muets, élèves d'une école, ont été soumis aux expériences; leur âge variait de six à seize ans; de plus, 14 sourds-muets plus âgés appartenant à une société de gymnastique ont été soumis aux mêmes épreuves.

Sur les 68 enfants 32 ont présenté des différences très marquées avec les enfants normaux, les autres ne présentent pas grande différence. C'est la station sur un pied qui rend la différence très frappante, entre les sourds muets et les normaux.

Cependant les expériences de Bruck sur le vertige produit par la rotation ont donné des résultats différents de ceux de James, Kreidl etc (Voir n°s 110 et 195).

En effet il a trouvé que le vertige se produisait chez 65 des 68 enfants sourds-muets, 3 ne le présentèrent pas du tout et 12 le présentèrent très légèrement. L'auteur compara les résultats obtenus chez les sourds-muets de différents âges : les jeunes présentent bien plus de troubles que les plus âgés ; en effet sur 34 enfants appartenant aux classes supérieures 12 seulement présentent des troubles ; sur 33 des classes inférieures 20 présentent des troubles.

Sur les 14 sourds-muets, âgés de 18 à 30 ans 6 ont présenté des troubles de locomotion, et sur ce nombre 5 ne présentèrent pas de vertige par rotation.

L'auteur conclut que les troubles de locomotion résultent de la perte de la faculté d'entendre et non à la destruction des canaux semi-circulaires.

239 FANO, G., ET MASINI, G., Sur les effets des lésions portées sur l'organe de l'ouïe. — Arch. italiennes de Biologie. XXI p. 302-309.

(Voir n° 210 et Historique p. 69)

240 FANO, G., ET MASINI, G., Sur les rapports fonctionnels entre l'appareil auditif et le centre respiratoire. — Arch. italiennes de Biologie, XXI, p. 309-312 (Voir n° 209).

La destruction des c. s.-c. modifie considérablement le mécanisme respiratoire ; la destruction consécutive du limaçon diminue le trouble.

241 LEE, F. S., A study of the sense of equilibrium in fishes. Part. II. — Journal of Physiol. XVII, p. 192.

Expériences de rotation sur les poissons. Chaque nerf ampullaire a une fonction principale et une fonction secondaire qui produisent des mouvements compensateurs dans le plan du canal intéressé et en sens inverse.

242 BONNIER, P., Le vertige brightique. — Ann. de médecine.

1895 243 WARREN, H. C., Sensations of rotation ; in : Studies from the Princeton Laboratory. — Psychological Review. II, p. 273-276.

Expériences de rotation chez l'homme. Le sens de la vue et le sens interne de rotation agissent l'un sur l'autre. Warren place le siège du sens de rotation dans les c. s.-c.

244 STERN, L. W., Taubstummensprache und Bggs. — Functionen. Mittheilung zweier Untersuchungsreihen an Taubstummen. — Pflüger's Arch. LX, p. 124-136.

Les statistiques sur l'habileté de parler des sourds-muets examinés par Kreidl, Bruck, Pollak, montrent que chez ceux qui ont des anormalités locomotrices une bien plus grande proportion apprennent difficilement à parler et parlent mal que chez les normaux. Ceci semble explicable par un rapport du tonus des muscles du larynx avec les fonctions des c. s.-c. (Ewald).

245 STERN, L. W., Der sogenannte « Gleichgewichtssinn ». — Prometheus. Jahrg. VI, p. 211-213 et 235-237.

Exposé populaire de l'état actuel du problème.

245a BONNIER, P., Sur l'inertie des milieux auriculaires. — Soc. de Biologie, 23 fév.

245b BONNIER, P., Rapports entre l'appareil ampullaire de l'oreille interne et les centres oculomoteurs. — Soc. de Biol., 11 mai, p. 368. — Rev. neurol. III, p. 674.

246 EWALD, J. R., Zur Physiologie des Labyrinths. IV. Mittheilung. Die Beziehungen des Grosshirns zum Tonuslabyrinth. Theilweise nach Versuchen von Ida H. Hyde. — Pflüger's Arch. LX, p. 492-508.

Les symptômes de compensation, au moyen desquels les animaux compensent peu à peu les contorsions de la tête qui suivent l'opération du labyrinthe, font défaut quand en outre on prive les animaux (grenouilles et pigeons) de leur cerveau. C'est donc dans le cerveau que sont réellement formés les symptômes de compensation.

247 GRUBER, J., Ueber Morbus Ménièrei. Vortrag, gehalten in der Oesterr. otol. ges. 28 mai 1895. — Monatsschr, f. Ohrenheilk. XXIX. n° 6, p. 181-184.

Les symptômes de Ménière relèvent souvent de processus sécréteurs et exsudatifs.

248 CRUM-BROWN, A., The relation between the movements of the eyes and the movements of the Head. — Nature, vol. LII, p. 184-188.

Application de sa théorie hydrodynamique des c. s.-c. (Voir n° 53) aux mouvements compensateurs des yeux dans la rotation de la tête.

249 GARNAULT., Des effets produits chez le pigeon et le lapin, par l'extraction de l'étrier ou de la columelle et la lésion expérimentale du vestibule membraneux. — Comptes-rendus, 1895, CXXI, p. 780-783.

250 BOYER, A., L'importance relative des affections labyrinthiques et oculaires dans l'étiologie du vertige. — Annales d'ocul. Paris, CXIV, p. 348-361.

251 v. BECHTEREW, W., Die Bedeutung der Combination

der entwickelungsgeschichtlichen und der Degenerationsmethode mit Vivisection für die experimentelle Physiologie des Nervensystems und über die Rolle der zarten und Kleinhirnbündel in der gleichgewichtsfunction. — Neurol. centralbl. n° 16, p. 713-718.

252 Brown, A. C., The relation between the movements of the eyes and the movements of the head. — Nature LII, 184-188 et Lancet (I), 1293-1298.

253 Bonnier, P., Sur les fonctions statique et hydrostatique de la vessie natatoire et leurs rapports avec les fonctions labyrinthiques. — Soc. de Biol. 23 nov.

254 Bonnier, P., Variations du réflexe patellaire au cours de certaines affections labyrinthiques. — Soc. de Biol. 1er fév.

1896 255 **Bonnier, P.**, L'oreille. — Encyclopédie des Aide-Mémoire. — Section de Biologie, 5 volumes.

(Voir Historique, p. 70).

256 URBANTSCHITSCH. V., Ueber die vom gehörorgane auf dem motorischen Apparat des Auges stattfindenden Reflexeinwirkungen. — Wien. klin. Woch, IX, p. 1-3.

256a KREIDL, A., Société autrichienne d'otologie. Séance du 25 Fév. 1896.

Il présenta un chat dont il avait détruit les deux nerfs auditifs un an avant selon une modification de la méthode d'Ewald. Après un an l'animal présentait les symptômes suivants : marche bruyante et les membres

étalés, mouvements constants de la tête, maladresse à saisir sa nourriture et à sauter, troubles variés de l'équilibre, absence de la réaction galvanique.

L'auteur attribue ces symptômes à l'absence des organes d'équilibre dans l'oreille-interne.

Ce cas est le premier dans lequel la maladie de Ménière a été causée par une affection isolée des nerfs auditifs.

*257 GELLÉ, De l'aura du vertige auriculaire. Comptes rendus soc. de Biol. Paris, 10, s, III. p. 88-91.

*258 BONNIER P., Le tabes labyrinthique. — Presse méd. 1896.

*258a EWALD J, R., Rapports entre la zone excitable du cerveau et le labyrinthe.
68e congrès des naturalistes et médecins allemands à Francfort-sur-le-Mein, Sept. 1896.
Revue scientifique, 8 mai 1897, p. 587 (Analysé par M. F. Santschi).
Voir Historique p. 76 et Bibliographie n° 196.

*259 GILLES DE LA TOURETTE, Le vertige de Ménière et son traitement. — Semaine médicale.
(Voir Historique p. 75).

Table des Matières

Figures.

H. Jouve, imprimeur de la Faculté de médecine 15, rue Racine, Paris.

